



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS

José Martí Pérez

FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Diploma

TÍTULO: Desarrollo de un sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, caso de estudio de la Fruta Bomba (*Carica papaya*)

AUTORA: Maidelys Orozco Cardoso

TUTOR: Ing. Yadira Rodríguez Fernández

Curso: 2016-2017

Agradecimientos

A mi madre: Carmen Cardoso Hernández, por hacer posible la culminación de todas mis metas y por mostrarme que el camino a seguir es el de la sabiduría y el esfuerzo.

A mi familia por demostrarme su amor, dedicación, cariño y ayudarme a salir adelante.

A mi esposo por su amor y su apoyo.

A mis compañeros de aula por estos seis maravillosos años juntos.

A mi tutora Yadira Rodríguez Fernández y profesores por la confianza y la oportunidad de participar en el proyecto.

A todos los que me ayudaron, confiaron y esperaron siempre lo mejor en mí.

A todos: ¡Muchas Gracias!

RESUMEN:

La trazabilidad controla los procesos de producción asegurando la calidad y el buen estado de los productos, para esto es necesario identificar su origen y todas las etapas por las que ha pasado un producto hasta llegar a su consumidor final. En la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus se realizó un estudio con el objetivo de diseñar un sistema de trazabilidad, que contribuya a la toma de decisiones oportunas para asegurar la inocuidad alimentaria y la disminución de las pérdidas poscosecha, que trae consigo el deterioro de las características de calidad de la materia prima. Como consecuencia, en las prácticas actuales de gestión, no consideran la toma de decisiones oportunas en la logística de aprovisionamiento y distribución en dicha entidad, se desarrolló el procedimiento del sistema de trazabilidad, para lo cual se utilizaron herramientas ingenieriles como la tormenta de ideas, el diagrama causa- efecto, el método de expertos, tablas para la descripción y detalles, resultando todas de gran importancia. Su aplicación parcial permitió la identificación de la materia prima por lotes, teniendo en cuenta los factores causantes de la variabilidad entre los mismos, permitió definir los factores que influyen en la calidad de la Fruta Bomba, además del uso del Método de Índices de Calidad (QIM), en conjunto con la NC (2016), que permitieron la elaboración de un modelo para identificar las principales características de calidad, dicha fruta.

ABSTRACT:

Traceability controls the production processes ensuring the quality and good condition of the products, for this it is necessary to identify their origin and all the stages through which a product has passed until reaching its final consumer. In the UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, a study was carried out with the objective of designing a traceability system, which contributes to the timely decision to ensure food safety and the reduction of post-harvest losses, which leads to the deterioration of the characteristics Quality of the raw material. As a consequence, in the current management practices, do not consider the timely decision making in the supply and distribution logistics in this entity, the procedure of the traceability system was developed, using engineering tools such as brainstorming, The cause-effect diagram, the expert method, tables for description and details, all of which are of great importance. Its partial application allowed the identification of the raw material by batches, taking into account the factors that caused the variability between them, allowed to define the factors that influence the quality of the pump fruit, in addition to the use of the Quality Index Method (QIM), together with the CN (2016), which allowed the elaboration of a model to identify the main characteristics of quality, said fruit.

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I: MARCO TEORICO REFERENCIAL	5
1.1. Gestión de Cadenas de Suministro.....	5
1.2. Gestión de la Calidad.....	7
1.3. Alimentos perecederos.....	8
1.3.1. Causas de las pérdidas y desperdicio.....	10
1.3.2. Manejo de las pérdidas de las características de calidad.....	11
1.4. Manufactura esbelta	12
1.4.1 Principios de esbeltez.....	15
1.4.2 Beneficios de la aplicación de técnicas de esbeltez para la cadena de suministro agroalimentaria.....	17
1.5. Herramientas de gestión para alimentos perecederos.....	17
1.5.1 Norma ISO 22000 Inocuidad de los alimentos.....	18
1.5.2 Sistema de trazabilidad.....	20
1.5.3 Método de Índices de Calidad (QIM)	21
1.6. Situación de la producción de alimentos en el mundo.....	22
1.6.1 Prácticas para la disminución de pérdidas y desperdicio en la agricultura	23
1.7. Producción de alimentos en Cuba.....	23
1.7.1 Pérdidas y desperdicios de los productos agrícolas perecederos	26
1.7.1 Regulaciones y normas para los productos agrícolas perecederos.....	27
1.7.2 Características de calidad de las frutas	27
CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES BASADO LA TRAZABILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS TROPICALES	30
2.1 Descripción de la empresa objeto de estudio	30
2.2 Justificación del diseño.....	31
2.3 Bases para el desarrollo del procedimiento para la gestión por procesos.....	32
2.4 Desarrollo del procedimiento para la gestión por procesos	33
Etapa 1: Formación del equipo de trabajo.....	34
Etapa 2: Caracterización de los procesos logísticos de aprovisionamiento y distribución en la empresa objeto de estudio	35
Etapa 3: Caracterización de la materia prima	39
Etapa 4: Establecer los lotes.....	41

Etapa 5: Determinar el Diagrama de Trazabilidad	43
Etapa 6: Trazabilidad en la recepción y despacho	44
Etapa 7: Toma de decisión.....	47
Etapa 8: Auditoría del sistema.....	47
Etapa 9: Mejoramiento del sistema	48
CAPÍTULO III: APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA UEB FRUTAS SELECTAS SANCTI SPÍRITUS	50
3.1 Caracterización de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus	50
Etapa 1: Formación del equipo de trabajo.....	51
Etapa 2: Caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus objeto de estudio	52
Etapa 3: Caracterización de la materia prima	55
Etapa 4: Establecer los lotes.....	55
Etapa 5: Determinar el Diagrama del Sistema de Trazabilidad	60
Etapa 6: Trazabilidad en la recepción y despacho	60
Etapa 7: Toma de decisión.....	62
CONCLUSIONES GENERALES.....	64
RECOMENDACIONES:.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS.....	70

INTRODUCCIÓN

En la Cumbre de Desarrollo Sostenible de la ONU en septiembre de 2015, 193 países se comprometieron a acabar con el hambre en los próximos 15 años y se pretende lograr el Hambre Cero en 2030. Para cumplir este objetivo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) estima que la producción agrícola debe aumentar en un 60% con el fin de alimentar a una población mayor (Lipinski et al., 2013). En aras de cumplir esta meta es necesario tener en cuenta el cambio climático, pues este afecta el crecimiento y desarrollo de las frutas y variedades vegetales actuales, afectando su productividad, la calidad de las cosechas y el ciclo de cultivo. Otra consecuencia negativa es su incidencia directa en la planificación agrícola, produciendo picos de cosecha y pérdidas no deseadas, que afectan a su vez el medio ambiente y la rentabilidad empresarial (Villarino, Martínez, & Campos, 2015).

Anualmente la FAO calcula que se desperdician 1 300 millones de toneladas de alimentos, lo que representa más de un tercio de la producción en el mundo (Gustavsson, Sonneson, Van Otterdijk, & Meybeck, 2011). Al evaluar los niveles de pérdidas y desperdicios de alimentos resulta evidente que uno de los cultivos más afectados a nivel mundial son las frutas y los vegetales pues en estos productos se concentran el 44% de las pérdidas totales (Shukla & Jharkharia, 2013). Estas pérdidas representan un desperdicio de los recursos e insumos utilizados en la producción, como tierra, agua y energía, incrementando inútilmente las emisiones de gases de efecto invernadero.

En específico las frutas tropicales constituyen una fuente fundamental de alimento por su alto contenido de vitaminas, minerales, fibra dietaria y antioxidantes que son vitales para el desarrollo y nutrición del cuerpo humano. Además, proveen de carbohidratos, proteínas y calorías (Sylvia, 2015). Estas se caracterizan por ser alimentos altamente perecederos, lo que significa que su ciclo de vida útil es corto y requiere de condiciones de conservación específicas para retardar el deterioro de su valor nutricional. Las pérdidas del valor nutricional de los alimentos, afectan el bienestar humano y aumentan el riesgo de varias enfermedades. Por ello, es de vital importancia preservar su inocuidad.

La inocuidad de los alimentos es un aspecto fundamental de salud pública y elemento esencial para la gestión de la calidad total. En una línea de producción estandarizada suelen desecharse los productos finales que no cumplen con la forma o apariencia adecuada, o presentan envases dañados. Sin que por ello se vea afectada la inocuidad, el sabor o el valor nutricional de los alimentos. No obstante, se estima que cerca del 70% de

los casos de diarrea en el mundo son causados por contaminación biológica de los alimentos (Arispe, 2007).

En Cuba existe una gran diversidad de frutas que pueden ser utilizadas tanto para procesos industriales o ser consumidas en su estado natural. Cada vez más, aumenta su consumo debido a que las personas han comprendido su importancia nutricional. Pero al incrementar esta demanda, es necesario que lo haga la oferta, propiciando productos frescos de calidad al consumidor que llegue a satisfacer sus necesidades. Por tanto, se considera que la producción de alimentos es un sector decisivo e importante en la producción material y para la economía del país. Sin embargo, en este sector existen pérdidas de frutas debidas en gran parte a problemas relacionados con la aparición de hongos, lo cual afecta la inocuidad alimentaria. En el caso de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus cuyo propósito es abastecer el turismo y otros clientes priorizados, cada año aproximadamente el 20% de las frutas compradas son desechada o reutilizada para otros fines que se alejan de su objetivo principal que es comercializar frutas frescas. Esta situación puede conllevar en casos extremos a impactos negativos en la seguridad alimentaria o en la economía de la empresa.

A tono con lo anterior, es necesario concluir que en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus se presenta la siguiente **situación problemática**: Existe grandes pérdidas poscosecha en la cadena de suministro de frutas en la provincia de Sancti Spíritus, por parte de la UEB Frutas Selectas **Sancti Spíritus** producto del deterioro de las características de calidad de las frutas tropicales (valor nutritivo e inocuidad). Es escasa la información sobre este problema lo cual limita la toma de decisiones oportunas para asegurar la inocuidad alimentaria.

Esta situación definió como **problema científico**: ¿Cómo disminuir las pérdidas poscosecha de la Fruta Bomba en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, lograr la seguridad alimentaria y su comercialización, con una correcta toma de decisiones?

Dicho problema de investigación se pretende resolver una vez que se encuentre solución a las siguientes **preguntas de investigación**:

- ¿Cuáles son los requisitos de calidad que se utilizan en Cuba para evaluar la inocuidad de las frutas tropicales?
- ¿Qué elementos se deben tener en cuenta para asegurar la trazabilidad en la cadena de suministro de frutas tropicales?

- ¿Cómo tomar decisiones oportunas para asegurar la inocuidad alimentaria y la disminución de las pérdidas poscosecha de frutas tropicales?

El **objetivo general**: Desarrollar un sistema de trazabilidad, para la toma de decisiones oportunas, en la cadena de suministro de frutas tropicales, que contribuya al aseguramiento de la **seguridad** alimentaria y la disminución de las pérdidas poscosecha.

Los **objetivos específicos son**:

1. Analizar los fundamentos teóricos acerca de la gestión de cadenas de suministro de alimentos perecederos, así como las regulaciones para la inocuidad y trazabilidad de los alimentos.
2. Definir un procedimiento para la toma de decisiones basado en la trazabilidad de la cadena de suministro de frutas tropicales.
3. Diseñar el sistema de trazabilidad para la cadena de suministro de frutas de forma que se verifique su factibilidad.

Valor teórico: la actualización de los conceptos pertinentes a la trazabilidad de las cadenas de suministro de alimentos perecederos, sus posibilidades de adaptación y aplicación en el entorno cubano (específicamente en la etapa poscosecha de la producción de frutas) así como el desarrollo de nuevas herramientas para la toma de decisiones oportunas que aseguren la inocuidad alimentaria y la disminución de las pérdidas poscosecha de frutas.

Metodológico: se aporta un conjunto de pasos para la medición de las características de calidad de las frutas, un sistema para la trazabilidad de esta cadena de suministro, así como herramientas que faciliten la toma de decisiones oportunas en función de las características de calidad de las frutas; los cuales podrán ser utilizado por otros investigadores que deseen estudiarlo para su uso o perfección.

Práctico: la aplicación del sistema de trazabilidad en la cadena de suministro de frutas en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, permitirá la identificación de características a evaluar para la toma de decisiones oportunas a partir de la situación actual en la provincia como contribución a la disminución del deterioro y las pérdidas poscosecha de los productos frutícolas como contribución al aumento de la seguridad alimentaria en el territorio.

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 L-37, L-87, L-90, L-112, L-119, L-168, L-170, L-173, L-184, L-189, L-191, L-197, L-229, L-290, L-291 (PCC, 2011).

Métodos de investigación: Entre los métodos utilizados en esta investigación, 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 particular a lo general, 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 obtener los problemas presentes en las cadenas estudiadas y los métodos de expertos. 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 un sistema de trazabilidad para la cadena de suministro de frutas tropicales en la provincia de Sancti Spíritus basado en la identificación de las características claves de calidad de las frutas y la toma de decisiones oportunas que aseguren la inocuidad alimentaria y contribuya la disminución de las pérdidas poscosecha.

Límites del alcance de la investigación: Se realizará el estudio en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus de la provincia de Sancti Spíritus cuyo su principal objetivo es mantener la mejor calidad de sus productos ya que el estudio está limitado por el tiempo.

Para su presentación, la investigación ha sido estructurada en una introducción y 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 propuesto; y el capítulo tres muestra los resultados fundamentales de la aplicación del procedimiento. Finalmente se muestran un conjunto de conclusiones y recomendaciones, así como un grupo de anexos de necesaria inclusión para fundamentar y facilitar la comprensión de aspectos tratados en la investigación.

CAPITULO I: MARCO TEORICO REFERENCIAL

En Cuba existen trastornos nutricionales por carencias de micronutrientes asociado a la insuficiencia de ofertas de alimentos, así como a la baja calidad e inocuidad de los existentes. Una de las causas de esta situación es la pérdida poscosecha de frutas. Estas son productos altamente perecederos y a la vez representan una gran parte de la producción agrícola en nuestro país. De ahí la importancia de analizar los métodos de gestión de alimentos perecederos como fundamento teórico para propuesta de un sistema de mejora en la cadena de suministro de frutas tropicales. Para ello se diseña el siguiente hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación. (Figura 1.1)

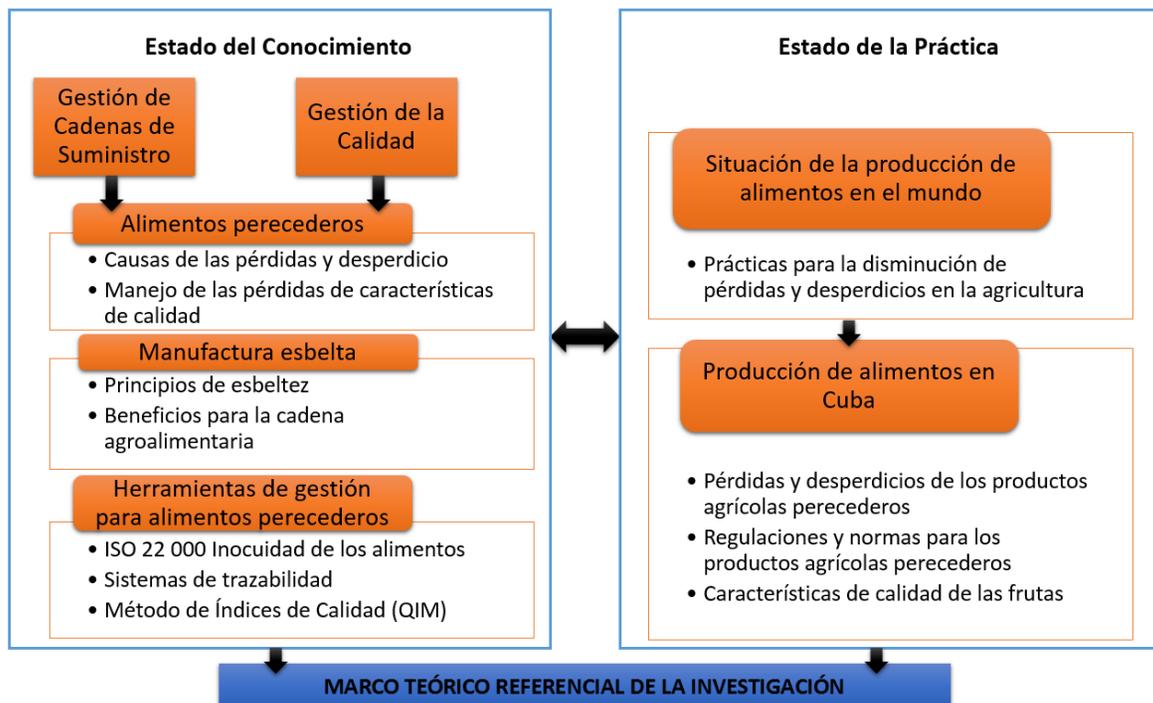


Figura 1.1: Hilo conductor del marco teórico referencial de la investigación. Fuente: elaboración propia.

1.1. Gestión de Cadenas de Suministro.

La Gestión de la Cadena de Suministro (*SCM – Supply Chain Management*) 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. Es 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, Urquiaga, & Gómez, 2001).

Desde el punto de vista intra-organizacional, SCM significa integrar la logística con la producción. A veces incluye también la integración de la gestión del flujo de cobros y pagos y parte del proyecto del producto (diseño para la cadena de suministro). En el ámbito inter-organizacional engloba también: la selección y la organización de los asociados, la colaboración y el compartimiento de información (Acevedo et al., 2001).

Una cadena de suministro 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, Rossi, & Van der Vorst, 2011).

La Cadena de Suministro (CS) o abastecimiento es entendida como todos los recursos interconectados y las actividades necesarias, para crear y entregar productos y servicios a los clientes, por lo cual se extiende 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" (Viancha, 2012).

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". 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. 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 unidad logística es un artículo de cualquier composición que se establece para ser transportado y / o almacenado, el cual necesita ser manejado a través de la cadena de abastecimiento (TRACE-I, 2003).

Según Adarme (2011) la CS ágil (ASC, por sus siglas en inglés) es una tipología que se aplica a ambientes con una gran variedad de productos ofertados y demandas no estables. Requieren de novedosas tecnologías, métodos, herramientas y técnicas para resolver problemas imprevistos. La mejora de la eficiencia en la gestión de cadenas de

suministro de alimentos ayuda a la disminución de costos, inversiones de capital y evita grandes pérdidas. Algo que no se podrá lograr sin una eficiente gestión de la calidad.

1.2. Gestión de la Calidad.

El concepto de calidad en sí mismo es difícil y Botta (1995) cita 15 definiciones diferentes de calidad. Estos van desde declaraciones generales hasta definiciones de consumidores. Cada definición puede utilizarse en una situación específica, pero ninguna de ellas es exhaustiva.

En el transcurso de los años, la calidad ha evolucionado y se han desarrollado diversos conceptos, teorías y técnicas por parte de los gurúes de la calidad, hoy día se conoce como Calidad Total. Según Bellon (2001), existen tres etapas anteriores a las misma: Inspección total, Control de la Calidad y Aseguramiento de la Calidad.

En la década de los 90, la liberalización de los mercados, las nuevas tecnologías, el incremento de la competencia y la necesidad de realizar drásticas reducciones de costes, han hecho surgir en muchas empresas programas de implantación de Sistemas de Gestión de Calidad Total, con el objetivo fundamental de aumentar la competitividad y de satisfacer las expectativas de los clientes (Meraz, 2014).

La calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes. Esta incluye no solo su función y desempeño previstos, sino también su valor percibido y el beneficio para el cliente (ISO, 2015).

Se entiende por satisfacción del cliente o usuario la atención, por parte del centro, a las necesidades y expectativas de los destinatarios inmediatos del servicio ofrecido (González, 2009).

Según la NC ISO 9001: 2015 la Gestión de la Calidad es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible. De la que se han identificado siete principios que pueden ser utilizados por la alta dirección, con el fin de conducir a la organización hacia una mejora en el desempeño. Ellos son: **enfoque al cliente**, liderazgo, compromiso de las personas, **enfoque a procesos**, mejora, **toma de decisiones basada en la evidencia**, gestión de las relaciones.

Las organizaciones dependen de sus clientes, por lo tanto, el **enfoque al cliente** será una prioridad. Donde entender las necesidades actuales y futuras de los mismos y esforzarse

en exceder las expectativas contribuirá al éxito sostenido de la organización. Por otro lado, para alcanzar el resultado esperado de modo coherente y previsible de manera más eficaz y eficiente cuando las actividades se entienden y se gestionan como un proceso, debe existir un **enfoque a procesos**. Otro aspecto de vital importancia es la **toma de decisiones basada en la evidencia**, debido a que las decisiones basadas en el análisis y la evaluación de datos e información tienen mayor probabilidad de producir los resultados deseados.

Estos principios constituyen además la base de las normas de Sistema de Gestión de Calidad (SGC) de la familia de Normas ISO 9000. El SGC posibilita a la alta dirección optimizar el uso de los recursos considerando las consecuencias de sus decisiones a largo y corto plazo. Además comprende actividades mediante las que la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados (ISO, 2015).

Se ha comprobado a nivel internacional, que los alimentos necesitan un mayor control de la calidad, en especial los perecederos que por sus características exigen condiciones específicas de conservación, transporte y almacenamiento.

1.3. Alimentos perecederos

La calidad de los alimentos está relacionada con atributos de producto y de proceso, por lo que la disminución de la calidad de los productos agrega una penalización adicional en el mantenimiento del inventario. Por tanto, un desafío importante en la gestión de inventarios con productos perecederos es determinar una manera eficiente de mantener la disponibilidad de los artículos mientras que se evitan excesivas pérdidas por productos vencidos.

Los productos perecederos son sensibles a las condiciones de temperatura en las que se manipulan y requieren condiciones especiales de almacenamiento para preservar su frescura. Una vez que un artículo pierde su frescura, se considera que se pierde (ya no es seguro para el uso). Por lo tanto, el inventario perecedero ha sido intensamente estudiado y han surgido diversas propuestas por los investigadores (Lemma, Kitaw, & Gulelat, 2014).

Según la NC 471: 2006 Nutrición e higiene de los alimentos, un **alimento perecedero** es aquel que por sus características exige condiciones especiales de conservación (refrigeración), durante su almacenamiento y transportación (NC, 2006b).

Los productos agrícolas directos son perecederos, se debe a que pierden sus cualidades intrínsecas como alimentos rápidamente, por lo que su ciclo comercial por lo general tiene que ser rápido y dinámico. La conservación, selección, almacenamiento, embalaje, etc. de los bienes agrícolas exige de inversiones en tecnologías adicionales de alto costo en el campo de la petroquímica, plásticos y otros (Figuroa & García, 2007).

Las frutas han comenzado a ganar un espacio importante en la dieta y se han convertido en productos que atraen a muchos consumidores. El incremento de las ventas de estos productos perecederos hace de suma importancia elevar la oferta de productos frescos e inocuos, lo cual se aprovecha como estrategia competitiva para los comerciantes. Para hacer esto posible se deben tomar como medidas: introducir productos nuevos de forma sistemática y poner un énfasis enorme en la calidad, en la estabilidad de la oferta durante todo el año e incrementar su grado de procesamiento para proveer productos frescos que requieran poca o ninguna preparación para su consumo. Asimismo, los supermercados deben responder a una serie de exigencias que les imponen las regulaciones propias del país, atendiendo cuestiones relativas a la inocuidad de los productos para la salud humana.

En general las frutas demuestran una resistencia considerable a los patógenos potenciales durante la mayor parte de su vida de poscosecha. El inicio de la maduración en las frutas y la senescencia en todos los productos los hacen susceptibles a las infecciones de los patógenos. Los estreses, tales como daños mecánicos, daños por frío y quemaduras del sol, disminuyen la resistencia a patógenos (Guanopatín & Carolina, 2015).

El control de la temperatura, es una de las herramientas principales para reducir el deterioro poscosecha. Las bajas temperaturas disminuyen la actividad de las enzimas y microorganismos responsables del deterioro de los productos perecederos. El pre enfriado es la clave en la conservación de la calidad de los productos perecederos después de ser cosechados (Guanopatín & Carolina, 2015).

Existen soluciones eficaces a lo largo de toda la cadena alimentaria para reducir la cantidad total de alimentos que se pierden o desperdician. Las acciones no deben orientarse únicamente hacia partes aisladas de la cadena, ya que lo que se hace (o no) en una parte tiene consecuencias en el resto. En los países de bajos ingresos, las medidas deberían ir dirigidas, en primer lugar, hacia el productor. Por ejemplo, mejorando

las técnicas de cultivo, la educación de los agricultores, las instalaciones de almacenamiento y las cadenas de refrigeración (Gustavsson et al., 2011).

1.3.1. Causas de las pérdidas y desperdicio

Las causas de las pérdidas y el desperdicio de alimentos en los países de ingresos altos y medianos provienen principalmente del comportamiento del consumidor y de la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Sin embargo, en los países de ingresos bajos están principalmente relacionadas con las limitaciones económicas, técnicas y de gestión de las técnicas de aprovechamiento, las instalaciones para el almacenamiento y la refrigeración en condiciones climáticas difíciles, la infraestructura, el envasado y los sistemas de comercialización (Gustavsson et al., 2011). También la mala planificación y la actuación inoportuna, así como la manipulación descuidada de los productos son factores importantes que contribuyen a dichas pérdidas (HLPE, 2014). Otro aspecto que influye según la investigación realizada por Negi and Anand (2016), es el tiempo que se pierde para transportar y entregar el producto fresco, incurriendo en el 24% de las pérdidas totales.

Las pérdidas o el desperdicio «alimentarios» se miden únicamente para los productos destinados al consumo humano. Gustavsson et al. (2011) define el término «desperdicio de alimentos» a las que se dan en las fases posteriores: la distribución minorista y el consumo final. Sin embargo, la FAO (2015) presenta una definición ligeramente diferente: la pérdida se referiría a la disminución de la masa comestible para el consumo humano, mientras que el desperdicio alude a alimentos que aún tienen valor y son descartados. En este caso, mientras que el desperdicio se asocia también con las fases finales de la cadena agroalimentaria, la pérdida puede darse en toda ella (Montagut & Gascón, 2014).

Los alimentos que estaban destinados en un principio al consumo humano pero que el azar ha sacado de la cadena alimentaria humana se consideran pérdidas o desperdicio de alimentos, incluso cuando posteriormente son utilizados para un uso no alimentario (pienso, bioenergía, etc.). Este enfoque distingue entre usos no alimentarios «planeados» y usos no alimentarios «no planeados», que aquí se han tenido en cuenta como pérdidas (Gustavsson et al., 2011).

Los acuerdos de venta entre agricultores y compradores pueden contribuir al desperdicio de numerosos cultivos agrícolas, ya que algunos alimentos se desechan debido al rechazo por no cumplir con estándares de calidad. Las pérdidas en las fases de poscosecha y distribución también son graves; esto se debe tanto al deterioro de los

cultivos perecederos en los climas calientes y húmedos de muchos países en desarrollo, como al carácter estacional que conlleva un excedente imposible de vender (Gustavsson et al., 2011).

Existen diferentes aspectos que influyen en las pérdidas de poscosecha:

1. Compatibilidad de los productos transportados (Navarrete & Triana, 2004)
2. Manipulación de los productos (NC, 2006a)
3. Temperatura ambiente y existencia de cadena de frío (Yugcha & Zorto, 2010)
4. Calidad, costos y manipulación de los envases (Montagut & Gascón, 2014)
5. Nivel de capacitación del momento óptimo para la cosecha de cada producto y en las tecnologías de precosecha y poscosecha (HLPE, 2014); (Negi & Anand, 2015).
6. Infraestructura y nivel tecnológico de las plantas de beneficio (FAO, 2015)
7. Distancia entre plantas de beneficio, unidades productivas y puntos de venta
8. Ausencia de industrias artesanales (FAO, 2015)
9. Disponibilidad, condiciones y horarios de transporte (Negi & Anand, 2016)

Todavía es imposible responder de manera precisa a la interrogante que existe de la cantidad de alimentos que se pierden y desperdician actualmente en el mundo y qué medidas de prevención podrían establecerse. Según Gustavsson et al. (2011) no hay muchas investigaciones en curso al respecto. Se sugieren que la producción de alimentos debe aumentar de manera significativa para satisfacer las futuras demandas mundiales. Sin embargo, no parece que se preste demasiada atención a las pérdidas actuales en la cadena de suministro de alimentos, que son seguramente considerables. Es necesario tener un adecuado y beneficioso uso para los alimentos inocuos que actualmente se desperdician.

1.3.2. Manejo de las pérdidas de las características de calidad

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, puede proteger a los alimentos frente a la contaminación o los daños. Existen diversas causas estructurales como: la falta de apoyo a los actores para la inversión, la mejora de las prácticas, la ausencia de infraestructura adecuada, la falta de coordinación entre los actores, la confusión acerca de la fecha en el etiquetado.

Las pérdidas totales son la suma, en cada etapa de la cadena alimentaria, de las pérdidas y el desperdicio de partes comestibles de los alimentos originalmente destinados al

consumo humano. En las cinco etapas (cosecha, poscosecha, elaboración, distribución, consumo) se puede medir la masa, utilizando las hojas de balance alimentario, tal como se emplean en (FAO, 2011) y se describen en (Gustavsson et al., 2011).

El ácido ascórbico (vitamina C) comienza a degradarse inmediatamente después de la cosecha y el proceso continúa de forma constante durante el almacenamiento. La refrigeración solo puede ralentizar el proceso, pero no detenerlo, por lo que la calidad nutricional sigue degradándose durante el almacenamiento prolongado de productos congelados. Asimismo, los nutrientes o los subproductos nutritivos se pueden perder durante la elaboración industrial, el fraccionamiento o el refinado de los alimentos. Esto ocurre en todo tipo de frutas (HLPE, 2014).

Existen diferentes herramientas estadísticas para eliminar defectos. La Matriz de autocalidad (MAQ) es una herramienta de soporte a la calidad que permite visualizar dónde se producen los defectos en un proceso dado y hasta dónde llegan (Gaspar & Perez, 2015). Jidoka es un término japonés, propuesto por el Lean Manufacturing cuyo objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso evitando que pasen a etapas posteriores del proceso. Lean Manufacturing propugna un uso intensivo de las técnicas de Calidad TQM (Total Quality Management), destacando entre todas ellas los chequeos de autocontrol, la Matriz de Autocalidad, 6 Sigma, el análisis PDCA y la implantación de planes cero defectos (Vizán & Hernández, 2013).

La manufactura esbelta, en los últimos años ha tomado gran importancia a nivel mundial por la necesidad, de eficiencia en todos los sectores industriales y de la implementación de herramientas de mejora continua. En nuestro país esta necesidad se ha acentuado, pues se está trabajando para lograr una mejora productiva en todos los sectores garantizando calidad, tanto en servicios como en productos.

1.4. Manufactura esbelta

Existen diferentes definiciones y perspectivas, dependiendo de la industria, la fuente y cuánto tiempo la organización ha estado aprendiendo acerca de Lean Manufacturing o Manufactura Esbelta.

La Manufactura Esbelta nació en Japón (1902) y fue concebida por los grandes gurús del Sistema de Producción Toyota entre ellos: William Edward Deming, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eiji Toyoda.

El sistema de Manufactura Flexible, Delgada o Esbelta ha sido definida como una filosofía de excelencia, basada en 3 pilares:

- La eliminación planeada de todo tipo de desperdicio
- La implicación del personal y el respeto por el trabajador
- La mejora consistente de Productividad y Calidad

Para cumplir con estos principios, Lean Manufacturing se apoya en diferentes técnicas (Arango, 2015) que se presentan en la (Figura 1.2).

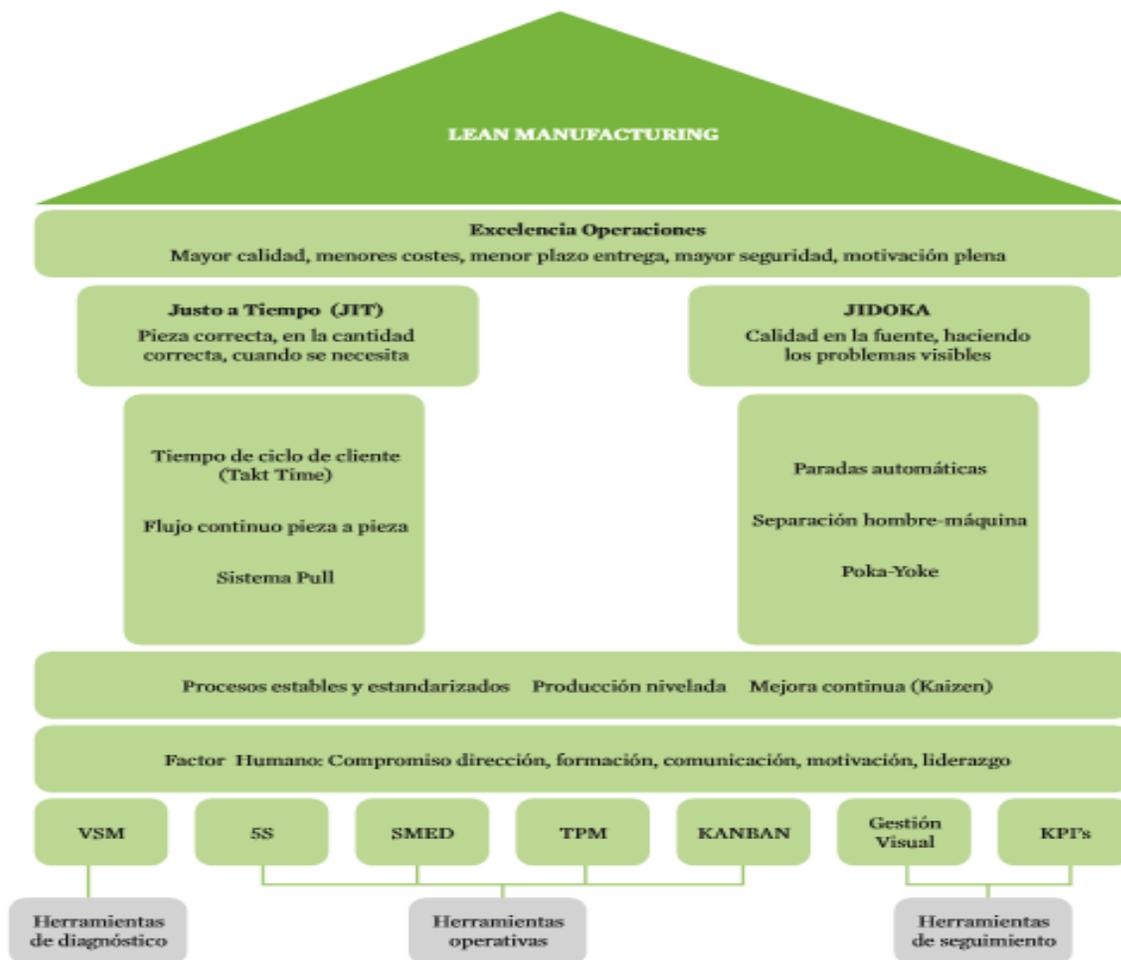


Figura 1.2: “Casa del Sistema de Producción Toyota”. Fuente: (Vizán & Hernández, 2013)

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción, para ello, se focaliza en identificar y eliminar los procesos que consumen recursos y no agregan valor al producto, dichos procesos son llamados “desperdicios” (Gaspar & Perez, 2015).

Según Ruiz (2015), se puede describir como la combinación de múltiples herramientas a agilizar los procesos, liberar capacidad, activos y recursos de las organizaciones mediante la identificación y eliminación de actividades que no añaden valor al producto.

Lean Manufacturing utiliza diferentes términos de producción como: delgada, ajustada, ágil, sin grasa y esbelta. Es una alternativa para mejorar la productividad y costos por su simplicidad. Usa menos esfuerzo humano, inversión en inventarios de materiales y herramientas, espacio y horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto.

La Logística Esbelta o “Lean Logistics” se basa en los principios de la Manufactura Esbelta. En ella se busca agregar valor, eliminando todo desperdicio interno y externo a la cadena de suministro por medio de la reducción de inventarios excesivos, tiempos de entrega y costos innecesarios.

Maldonado (2008), en su estudio aprovecha diferentes herramientas y técnicas utilizadas en la Manufactura Esbelta como: Value Stream Mapping, 5 S', Trabajo estandarizado (Takt Time), SMED, Poka Yoke, TPM, Just in Time (JIT), One Piece Flow, Manufactura celular y Fábrica visual (tableros, ANDON), Kanban y el Kaizen.

La Administración Esbelta, aumenta el valor de cada actividad realizada y elimina lo que no se requiere, además de reducir desperdicios y mejorar las operaciones. Según Henríquez, Pineda, and Portillo (2007), las áreas de Ingeniería Industrial son abarcadas mediante la aplicación de las técnicas siguientes:

- Operaciones: Calidad del servicio, Tiempos de prestación del servicio, Costos de operación.
- Administración: Planeación estratégica, Trabajo en equipo, Cadena de Valor.

Para poder tener una empresa Esbelta, y que sobre todo se encargue de satisfacer las necesidades del cliente, esta debe controlar la calidad a todo nivel del negocio. Si no se encuentra realizando de manera adecuada la gestión de la calidad, se sugiere el uso de herramientas Lean que permitan: controlar la calidad actual, aumentar la productividad y mejorar de forma continua la calidad.

Desde sus orígenes hasta la actualidad, la Manufactura Esbelta ha generado excelentes resultados para las organizaciones que están comprometidas con la mejora continua de sus procesos de forma ordenada y sistemática. La mejora continua de una organización está en las personas que pertenecen a ella y no en las estrategias que se implementen, de ellos es de donde nacen las grandes ideas que nos ayudaran a mejorar los procesos y transitar por el camino de la eliminación de las actividades que no agregan valor.

Si su implementación se lleva a cabo de manera correcta, se puede añadir flexibilidad y confiabilidad a la producción, satisfacer mejor las necesidades y requisitos de los clientes, responder más rápido a la variación de la demanda, reducir el desperdicio y reducir los costos. Lo que se traduce en mayor competitividad, más contratos o pedidos obtenidos, mayores beneficios económicos, y supervivencia de la empresa.

Debido a la expansión del pensamiento Lean a todas las regiones del mundo, se están adaptando sus herramientas y principios a la logística, servicios de venta al por menor, la salud, la construcción, el mantenimiento y la producción de alimentos como evidencian varias investigaciones (Folinas, Aidonis, Triantafillou, & Malindretos, 2013; Sjögren, 2014; Ugochukwu, Engström, & Langstrand, 2012). De hecho, la conciencia y métodos Lean empiezan a echar raíces entre los altos directivos de todos los sectores en la actualidad.

1.4.1 Principios de esbeltez

Los principios y herramientas Lean son aplicables a todo tipo de casos. Las condiciones para su implantación no son de recursos o tecnología si no, de voluntad y resolución por parte de los integrantes de la empresa y, en particular, de su dirección, que debe ejercer un liderazgo decidido. De todos modos, se requiere una adaptación a las circunstancias y posibilidades de cada caso.

Los principios claves de la metodología son la reducción de desperdicios, la mejora continua de procesos integrada a las actividades diarias, todo esto con un enfoque altamente participativo (Ruiz, 2015).

Según Henríquez et al. (2007), la Administración Esbelta se basa en los 5 principios del Pensamiento Esbelto. Estos son: Definir el Valor desde el punto de vista del cliente, Identificar la cadena de Valor (eliminar desperdicios), Crear el Flujo, Producir el "Jale" del Cliente (producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas históricas), Perseguir la perfección (mejora continua o Kaizen). Criterio que afirma (Cuatrecasas & Olivella, 2005) y (Maldonado, 2008) que hacen énfasis en como la

Manufactura Esbelta se enfoca en los procesos a lo largo de la cadena de valor en una organización, eliminando todo lo que no agregue valor (desperdicio) desde el concepto de diseño, hasta el producto final en las manos del cliente.

Gaspar and Perez (2015) también describe cinco principios fundamentales: Takt: producción ajustada a la demanda del cliente; Flow: flujo continuo entre las distintas fases del proyecto, tendencia a eliminar toda clase de esperas; Pull: dentro del proceso productivo, la fase posterior “tira” de la producción del anterior evitando sobreproducción y generación de inventario; Zero variation: tendencia a un nivel de repetitividad total del proceso y, en consecuencia, del producto; Responsabilidad de todos: implicación de todos los participantes en el proceso.

En el Lean Manufacturing, las operaciones que no crean valor añadido al producto se clasifican en siete categorías distintas. Las fuentes de desperdicios están relacionadas entre sí y deshacerse de una de ellas puede provocar la eliminación o reducción de otra. Según la metodología Toyota Production System, existen siete despilfarros: **Sobre-producción**, **Inventario**, Movimientos, **Esperas**, **Transporte**, Sobre-procesos e Inutilidades, retrabajos y defectos (Gaspar & Perez, 2015).

Se conoce como sobre-producción a producir más de lo requerido y representa un consumo inútil de material, que a su vez provoca un incremento de la transportación y del nivel de stock de los almacenes. Además enmascara los problemas de calidad e impide la creación de planes para su eliminación sistemática.

El inventario es la acumulación de materia prima, producto en curso o producto terminado. Encubre productos o materiales obsoletos, defectuosos o caducados que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. El almacenamiento presenta la forma de despilfarro más clara ya que esconde ineficiencias y desperdicios peligrosos, pues responden a la incapacidad de adaptarse al mercado y a la necesidad de construir un “colchón” que oculte las deficiencias de la organización.

El tiempo de espera es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo ineficiente, son producidos por los recursos sin utilizar que se encuentran a la espera de realizar una actividad. Repercuten en una menor productividad y un mayor Lead Time.

El transporte es el resultado de movimientos o manipulaciones de material innecesarios. Las máquinas y las líneas de producción deben estar lo más cerca posible y los productos deben fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente fase sin espera.

1.4.2 Beneficios de la aplicación de técnicas de esbeltez para la cadena de suministro agroalimentaria

La aplicación del modelo tiene diversos beneficios para la cadena de suministro agroalimentaria, según Henríquez et al. (2007) y Vizán and Hernández (2013):

- Garantiza el éxito y fomenta el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas ante las oportunidades de expansión y mejora. De tal forma que los empleos posean una garantía de estabilidad a lo largo del tiempo, gracias a la aplicación de una técnica innovadora para mejorar la gestión.
- Mayor visualización del proceso, la vinculación del flujo de información y materiales en un esquema mediante un único lenguaje, la obtención de un sistema estructurado para implantar mejoras y la visión de cómo tendría que ser el sistema.
- Ofrecer al mercado mejores servicios dirigidos a la población demandante con el empleo de técnicas de ingeniería industrial en el desarrollo de un modelo de gestión, así como apuesta clave para lograr resultados iniciales satisfactorios y competitividad en las empresas.

En los diferentes estudios que se ha aplicado Lean Manufacturing se evidencia en sentido general el aumento de la productividad, la reducción de costes, la reducción de plazos de producción y el incremento de la flexibilidad.

Sin embargo según Montagut and Gascón (2014) no hay esfuerzos destinados a aplicar estrategias de Lean Manufacturing, que permitan ajustar los volúmenes requeridos a los proveedores con las ventas efectivas en el supermercado. Porque no les generaría ningún beneficio económico o reducción de los costos de funcionamiento.

1.5. Herramientas de gestión para alimentos perecederos

Las herramientas ingenieriles como las Fichas de Procesos, Diagramas de Flujo, Gráficos de Control, el Método de Expertos y el Método de Índices de Calidad, facilitan una mejor comprensión del proceso a analizar, permiten describirlo y detallar cada uno de los elementos que lo integran y que pueden determinar la calidad e inocuidad de la materia prima.

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de

los alimentos (NC, 2006b). Según Denis (2016) previenen todos los riesgos de contaminación de los productos a nivel físico, químico y biológico a lo largo de todos los procesos de la cadena de suministro, estableciendo medidas preventivas y correctivas para su control y tendientes a asegurar la inocuidad.

La herramienta de mejora "Control Estadístico del Proceso" usada por Denis (2016) en su investigación, permite tener bajo control los parámetros del proceso que consiguen que el producto salga siempre bien, no sería necesario controlar el producto. Según Reyes (2002) esta herramienta está incluida en el método de control de calidad cero.

La trazabilidad es una herramienta para cumplir con la legislación, satisfacer los requisitos de calidad, asegurar la inocuidad de los alimentos y disminuir las pérdidas poscosechas (Denis, 2016).

Actualmente es necesario gestionar la calidad en los procesos productivos de la industria de alimentos. Con el objetivo de garantizar que los productos alimenticios resultantes, no ofrezcan peligros para la salud de los consumidores, de ahí la necesidad de garantizar la inocuidad a lo largo de todo el ciclo productivo.

1.5.1 Norma ISO 22000 Inocuidad de los alimentos

Las herramientas de gestión para alimentos perecederos, tiene entre sus objetivos lograr la inocuidad de los alimentos, a continuación se abordan aspectos importantes que nos permiten comprender este concepto.

Inocuidad de los alimentos, implica que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparan y/o consumen de acuerdo con el uso previsto (ISO, 2005). Así mismo, cada persona tiene el derecho a acceder a alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos (Arispe, 2007).

Según la ISO 22000 (2005) asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, hasta el punto de consumo final se deben tener en cuenta los siguientes elementos claves: comunicación interactiva; gestión del sistema; programas de prerrequisitos; principios del HACCP.

Los alimentos que no son inocuos no son aptos para el consumo humano, por lo que se desperdician. La imposibilidad de cumplir con unos estándares mínimos de inocuidad alimentaria puede conllevar pérdidas de alimentos y, en casos extremos, impactos en la situación de seguridad alimentaria de un país.

Factores como toxinas de origen natural, agua contaminada, uso no inocuo de pesticidas y residuos de medicamentos veterinarios pueden provocar que los alimentos no sean inocuos. Así como las condiciones escasas y antihigiénicas de manejo y almacenamiento y la falta de un control de temperatura adecuado (Gustavsson et al., 2011).

Un alimento inocuo según A. Rodríguez, Guzmán, and Escalona (2005) y Arispe (2007) es aquel que está libre de peligros físicos (vidrios, madera, aislantes, huesos, plásticos, piedras y restos de metales), peligros químicos (plaguicidas, contaminantes ambientales, medicamentos veterinarios, pesticidas, toxinas de microorganismos, agentes de limpieza y desinfección) y peligros biológicos (microorganismos patógenos) Asociado a este último peligro se pone de manifiesto los brotes relacionados con *Escherichia coli* y *Salmonella* en frutas.

Un peligro se define como: Determinación de los agentes biológicos, químicos y físicos que pueden causar efectos nocivos para la salud y que pueden estar presentes en un alimento o grupo de alimentos (NC, 2006b).

Alimentos potencialmente peligrosos: Alimentos en los que se puede producir la proliferación rápida y progresiva de microorganismos infecciosos o toxicógenos (NC, 2006a).

Una forma de prevención es: desarrollar conocimientos y capacidades en los operadores de la cadena alimentaria para aplicar prácticas de manejo alimentario inocuas. Los alimentos deben producirse, manejarse y almacenarse siguiendo estándares de inocuidad alimentaria. Para ello, es necesario que todos los operarios apliquen buenas prácticas agrícolas e higiénicas para garantizar que los alimentos finales protejan al consumidor. Resultan particularmente importantes, el control de residuos de agroquímicos y las condiciones de higiene durante el procesamiento poscosecha, para evitar la contaminación, además de la observancia de ciertas normas medioambientales y laborales.

Existe una herramienta con la capacidad de rastrear el recorrido de un alimento o materia prima a través de las etapas de producción, procesado y distribución. Por medio de una secuencia lógica, accesible e identificaciones registradas para evitar que el producto no llegue al consumidor en óptimas condiciones. Para lograr la inocuidad de los alimentos, tomar decisiones oportunas y disminuir las pérdidas poscosecha de las frutas, es necesario aplicar un eficiente sistema de trazabilidad.

1.5.2 Sistema de trazabilidad

Otra herramienta de gestión para alimentos perecederos es el Sistema de Trazabilidad. El término **trazabilidad** es definido por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO 9001:2008), en su *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology* como:

La propiedad del resultado de una medida o del valor de un estándar donde éste pueda estar relacionado con referencias especificadas, usualmente estándares nacionales o internacionales, a través de una cadena continua de comparaciones todas con incertidumbres especificadas.

La trazabilidad es como un sistema de registro, diseñado para rastrear el flujo de productos de una cadena de suministro. Los autores concuerdan en que la trazabilidad comprende el conjunto de procedimientos que permiten realizar el seguimiento y control de un producto en la cadena de suministro por medio de una herramienta tecnológica, aspecto importante en la cadena de suministro de alimentos. Entre las tecnologías de trazabilidad y automatización de mayor uso se encuentran: los códigos de barra, lectores de caracteres ópticos, intercambio electrónico de datos (EDI) y la identificación de datos por radiofrecuencia (RFID) (Herrera, 2014).

Existen tres tipos de trazabilidad

- **Trazabilidad ascendente (hacia atrás):** saber cuáles son los productos o materias primas que son recibidos en la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad (lote, fecha de caducidad/consumo preferente), y quiénes son los proveedores de esos productos o materias primas.
- **Trazabilidad interna o trazabilidad de procesos:** Trazabilidad dentro de la propia empresa.
- **Trazabilidad descendente (hacia delante):** saber cuáles son los productos expedidos por la empresa, acotados con alguna información de trazabilidad (lote, fecha de caducidad/consumo preferente) y saber sus destinos y clientes (Alonso & Grocin 2006).

La falta de trazabilidad en los procesos de la cadena de suministro, genera pérdidas en calidad y producción. El seguimiento y control en los procesos de almacenamiento, distribución y transformación de la cadena de suministro es primordial para garantizar la

calidad de los alimentos, especialmente en procesos con alta variabilidad. En este sentido, las tecnologías de trazabilidad permiten el control y seguimiento en los procesos de la cadena de suministro de alimentos. La implementación de tecnologías de trazabilidad necesita de una planeación adecuada, para ello es necesario abordar la complejidad del sistema. En este contexto, comprender la relación de variables que influyen en la implementación de tecnologías de trazabilidad en la cadena de suministros de alimentos requiere de un análisis sistémico que permita identificar relaciones que regulan su comportamiento.

El sistema de trazabilidad está caracterizado por cuatro componentes esenciales: el alcance, los elementos rastreados, los medios y el rendimiento (TRACE-I, 2003). Debe permitir identificar el material que llega de los proveedores inmediatos y la ruta inicial de distribución del producto final (ISO, 2005). Fuera de ser un requisito mínimo de seguridad y control en los alimentos, también va más allá de los estatutos o normas que lo regulan en los diferentes países y genera valor en las compañías (Herrera, 2014).

Un sistema de trazabilidad es una herramienta útil para ayudar a que una organización, que esté actuando dentro de una cadena alimentaria, logre los objetivos definidos en un sistema de gestión (NC, 2008).

El sistema de trazabilidad ofrece muchas ventajas según TRACE-I (2003); Alonso and Grocin (2006) entre las que encuentran: la posibilidad de procesar datos de manera uniforme con los diversos socios comerciales involucrados; explotar los sistemas existentes de comunicación e identificación de las compañías; permitir interoperabilidad y asegurar continuidad entre los diversos socios de la cadena de abastecimiento; beneficiarse de la automatización de los intercambios de datos; asegurar compatibilidad y un entendimiento inequívoco de las herramientas a nivel internacional; fortificar la confiabilidad del sistema de trazabilidad; controlar flujos logísticos, devoluciones y retiros de productos; reducir los costos de las transacciones y ser reactivo al enfrentar oportunidades comerciales.

1.5.3 Método de Índices de Calidad (QIM)

El Método de Índices de Calidad, según Hyldig and Green (2004), en su artículo *Quality Index Method—An objective tool for determination of sensory quality* explican que el QIM puede medir la influencia de transporte y el almacenamiento sobre la calidad sensorial y la vida útil remanente cuando el pescado es almacenado en hielo. Las pruebas objetivas

incluyen pruebas discriminativas (prueba de triángulo y selección forzada) y descriptivas (perfiles y escalado estructurado).

El esquema QIM comprende la evaluación sensorial de 14 parámetros, ha sido considerado como el sistema de clasificación más útil para la estimación de la frescura y la calidad de los productos pesqueros. Se basa en la evaluación de los cambios que ocurren en las características importantes y bien definidas de aspecto, olor y textura de los mariscos a través del tiempo de almacenamiento (Billar dos Santos, Kushida, Macedo, & Lapa, 2014).

El esquema QIM está disponible para una serie de pescados y crustáceos salvajes o criados en cautiverio. Bernardi, Mársico, and Queiroz (2013), muestran un resumen de 49 especies diferentes de pescados, entre 2000 al 2011, con las respectivas condiciones de almacenamiento, rango del Índice de Calidad (QI) y la vida útil estimada.

1.6. Situación de la producción de alimentos en el mundo

En los países industrializados, la gran cantidad de alimentos en las estanterías y la amplia variedad de productos y marcas disponibles conllevan el desperdicio de alimentos. Las tiendas piden una variedad de tipos de alimentos y de marcas al mismo fabricante para obtener precios ventajosos. Por su parte, los consumidores esperan tener a su disposición una amplia gama de productos en las tiendas. Sin embargo, el hecho de disponer de tanta variedad de productos aumenta las posibilidades de que algunos de ellos caduquen antes de que se vendan, por lo que se desperdician.

En los países en desarrollo en donde existe una gran deficiencia en la infraestructura de mercadeo, las pérdidas poscosecha de productos frescos varían entre 25 a 50% de la producción. En los últimos años se ha reducido las pérdidas poscosecha de otros productos, excepto las frutas. Las infraestructuras y prácticas de mercadeo de frutas que antes eran inadecuadas, hoy en día lo son aún más (FAO, 2014). Los consumidores de los países industrializados desperdician casi la misma cantidad de alimentos (222 millones de toneladas) que la producción de alimentos neta total del África subsahariana (230 millones de toneladas) (Gustavsson et al., 2011).

La seguridad alimentaria es una preocupación grave en numerosas zonas del mundo en desarrollo. No cabe duda de que la producción de alimentos debe aumentar considerablemente para satisfacer en un futuro las demandas de una población mundial

cada vez mayor. A pesar de que actualmente las producciones de alimentos que no se consumen, ya sea porque se pierden durante los procesos de producción y transformación o porque se desperdician en la fase de consumo, entraña un “desperdicio” de recursos económicos o naturales.

1.6.1 Prácticas para la disminución de pérdidas y desperdicio en la agricultura

Actualmente numerosas organizaciones (la FAO, la OCDE, la Comunidad Europea, FUSIONS, el Instituto de Recursos Mundiales y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, etc.) están realizando firmes llamamientos a elaborar protocolos mundiales de cuantificación de las Pérdidas y Desperdicio de Alimento (PDA) que tomen en consideración un amplio número de variables y las particularidades de cada país con vistas a armonizar a nivel mundial las definiciones y los métodos de cuantificación, mejorar la fiabilidad y la comparabilidad de los datos y aumentar la transparencia.

El Grupo de Alto Nivel de Expertos (HLPE, 2014) recomienda emprender, de manera inclusiva y participativa, las siguientes vías para evitar o reducir las PDA: mejorar la recopilación de datos y el intercambio de conocimientos sobre las PDA, elaborar estrategias eficaces en los niveles adecuados, tomar medidas eficaces y mejorar la coordinación de las políticas y estrategias.

1.7. Producción de alimentos en Cuba

En los últimos años, el sector agropecuario ha disminuido su participación en el PIB, genera menos divisas que en el pasado y muestra resultados poco alentadores. Esto ha creado, entre otros problemas, una creciente necesidad de incrementar las importaciones de alimentos, que en 2007 llegaron a los 1.600 millones de dólares. Reanimar al sector agropecuario es por lo tanto fundamental para mejorar el funcionamiento de la economía, garantizar la creación de empleo y propiciar fuentes de energía renovables. Aunque ya se han dado algunos pasos, es necesario enfrentar las dificultades de las cooperativas, dotar de mayor autonomía a las unidades de producción y garantizar su acceso al mercado (Nova, 2008).

El sector agropecuario cubano no ha logrado recuperarse del choque de inicios de los noventa. Mientras la economía cubana ha rebasado el nivel de PIB de 1989, el sector agropecuario no supera el 60% del valor agregado que generaba en ese año (García, 2013).

La canasta de alimentos a la que todos los cubanos tenemos acceso a través del consumo racionado no satisface completamente los requerimientos nutricionales. Las fuentes subsidiadas representan entre el 16 y el 47% de tal gasto de alimentos, y las adquisiciones en el mercado entre el 84 y el 53%, gasto (pesos). Estimados del gasto en alimentos de la población cubana urbana los situaban en una proporción de 62 a 75% de los gastos totales para consumo (García, 2013).

Cuba dispone de suficientes tierras para producir agroecológicamente los alimentos necesarios para satisfacer las necesidades nutricionales de sus once millones de habitantes. Para ello cuenta además con un número importante de Instituciones de Investigación con resultados científicos concretos y redes de trabajo de apoyo a los agricultores (como la ACTAF), una infraestructura, aunque algo deteriorada, pero que aún encierra potencialidad productiva y lo más importante la existencia de un capital humano con elevada calificación.

No obstante, la productividad tanto en la tierra como el trabajo, así como la eficiencia en el uso de los recursos, siguen siendo bajos en el resto de las zonas de cultivo (Altieri & Funes Monzote, 2012).

De 1950 a 2005 existía una dependencia alimentaria del exterior donde la producción nacional aporta apenas 42% de las calorías y 38% de las proteínas totales consumidas por los cubanos (Nova, 2008). Del 2000 al 2008 el comportamiento y resultados de la producción agropecuaria, ejemplifican, que las fuerzas productivas en el sector agropecuario se encuentran detenidas y que requiere de un proceso de transformación, de las relaciones de producción, que elimine las trabas que impiden el desarrollo de las fuerzas productivas (Nova, 2010). Según Nova (2012) y M. González (2013) desde el año 2007 se han implementado una serie de medidas encaminadas al incremento de la producción de alimentos entre ellas: Incremento del precio de: la leche, la carne bovina y productos agrícolas; Inicio de la creación de tiendas de insumos para los productores; Distribución de las tierras ociosas (Decreto Ley 259 y el Reglamento 282, largo proceso burocrático); Proceso descentralizador de funciones; Simplificación de estructuras y funciones ministeriales; contratación libre de la fuerza laboral, ampliación del microcrédito agrícola y la descentralización paulatina de la comercialización de los productos agrícolas. La producción de frutas en Cuba se ha incrementado en los últimos años, como es evidente en la (Figura 1.3).

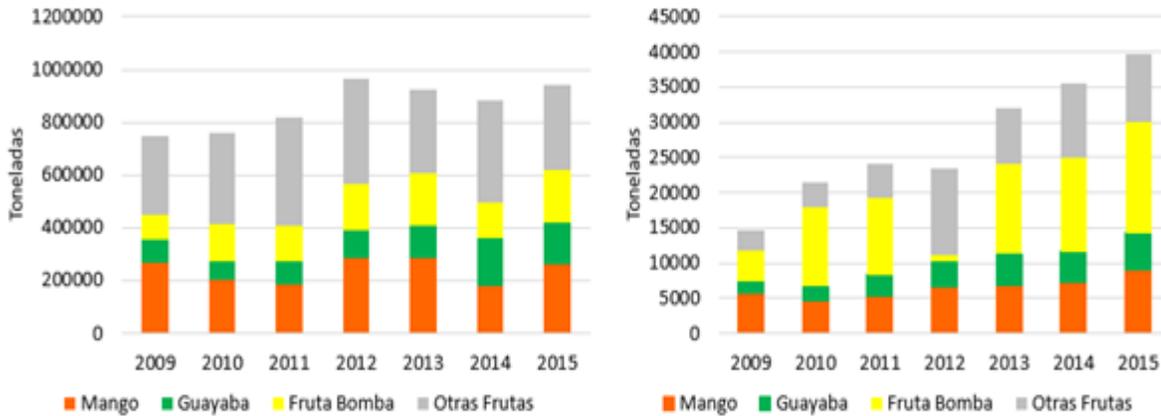


Figura 1.3: Producción de frutas en Cuba y en la provincia de Sancti Spíritus periodo 2009-2015. Fuente: ONEI (2016) Anuario Estadístico de Cuba 2015

Con el objetivo de incrementar la producción y reducir las pérdidas poscosechas en el país se llevan a cabo un conjunto de proyectos (financiados por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Unión Europea, OIKOS – cooperação e desenvolvimento, CARE France, entre otras organizaciones) como se observa en la (Figura 1.4)

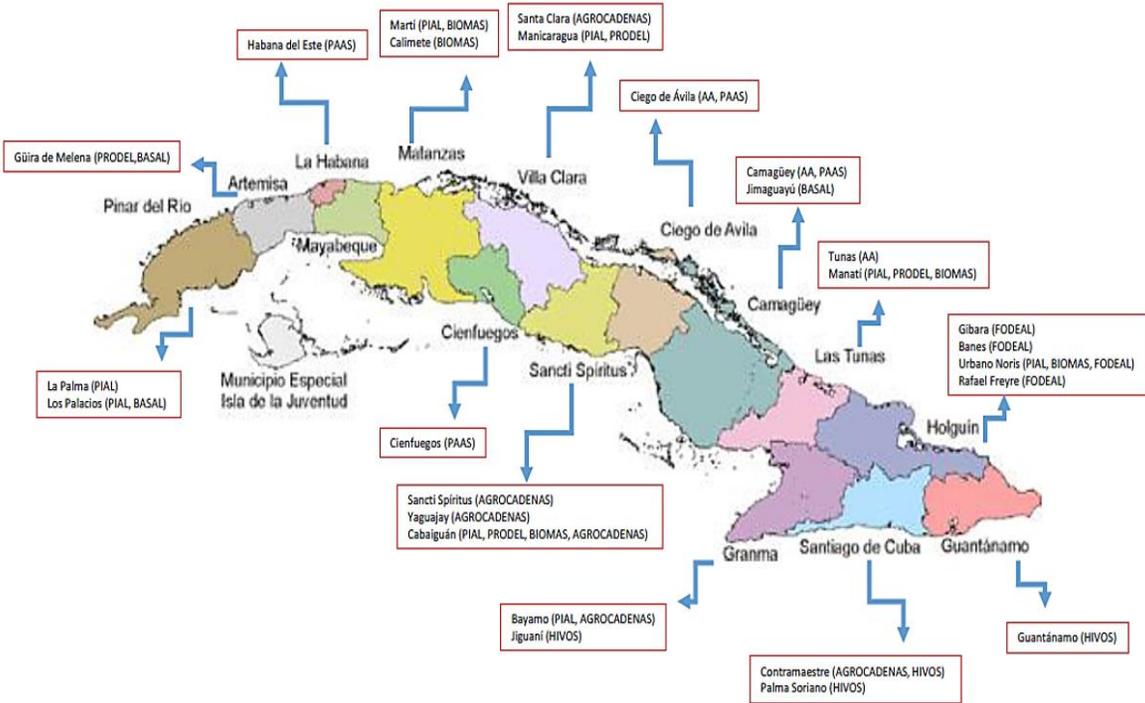


Figura 1.4: Representación geográfica de las intervenciones de los Proyectos en Cuba. Fuente: Hernández, Crettaz, Posas, and Pereira (2014).

La agricultura cubana a pesar de contar con altos niveles de mecanización, la mayoría de origen soviético es obsoleto y se encuentra en un avanzado estado de deterioro. Los productores agrícolas, salvo a algunas entidades estatales, tienen acceso insuficiente a insumos esenciales para mejorar los rendimientos como fertilizantes, pesticidas, sistemas de irrigación, etc. En general, se cuenta con una infraestructura agrícola que, a pesar de grandes inversiones acumuladas por más de tres décadas, necesita de nuevos flujos de capital y tecnología. Estas condiciones contribuyen a la divergencia entre la productividad laboral y los rendimientos.

1.7.1 Pérdidas y desperdicios de los productos agrícolas perecederos

Las pérdidas poscosecha ocurren en cualquier etapa del proceso de mercadeo, se pueden iniciar durante la cosecha, después durante el acopio y distribución y finalmente cuando el consumidor compra y utiliza el producto.

En Cuba el incremento de la evapotranspiración (ETo), unido a la disminución de las lluvias totales anuales, pueden producir serias afectaciones y pérdidas de productos, debido a la disminución de los rendimientos (frutos pequeños y en menos cantidad), el incremento de incidencia de plagas y la caída prematura de los frutos de diferentes frutas por déficit hídrico. La manifestación de déficit pluviométrico en los últimos años, obliga a incrementar las inversiones en riego y utilizar mini-industrias como medio para enfrentar el cambio climático (Villarino et al., 2015).

La cuantiosa pérdida de poscosecha y falta de una estimación aceptable y fiable del producto a cosechar, hacen que el problema sea bastante severo. Esta pérdida de poscosecha reduce la porción del productor, el precio final y por ende los resultados en una pérdida de ingresos.

Existe una baja motivación para los productores del producto agro-fresco, puesto que al incrementarse las pérdidas poscosecha y verse afectada la producción trae como resultados una menor disponibilidad y así un precio más alto. Reduce la calidad del producto disponible y también severamente las opciones disponibles para los consumidores, entonces es necesario un empujón con vistas a reducir las pérdidas poscosecha adoptando prácticas eficaces.

1.7.1 Regulaciones y normas para los productos agrícolas perecederos

En el ámbito internacional existen varias regulaciones para la producción y manipulación de alimentos. Una de las más importantes es la ISO 22000:2005 sobre inocuidad de los alimentos que implica que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparan y/o consumen de acuerdo con el uso previsto. Otra regulación vigente es el sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC). Este es un sistema preventivo para el control de los peligros (microbianos, químicos y físicos) que afectan la inocuidad de los alimentos.

En Cuba desde el 18 de mayo de 2006, a través de la Resolución Ministerial N° 449-2006/MINSAP, el sistema APPCC es de carácter obligatorio para todas las industrias que elaboren productos alimenticios en el país. En el ámbito nacional están establecidas además un conjunto de normas obligatorias para garantizar la inocuidad de los alimentos. Las más relevantes se muestran en la anexo #1 agrupadas según su finalidad.

1.7.2 Características de calidad de las frutas

Cada fruta presenta una composición y características únicas. Según Rangel and López (2012) las características de calidad son el color, olor, sabor, aroma, limpieza exterior y tamaño. A criterio de Torres, Montes, Pérez, and Andrade (2013) los principales parámetros de calidad de las frutas son el peso seco, sólidos solubles, acidez titulable, pH, color y dureza.

Las frutas son ricas en agua, vitaminas, minerales, ácidos orgánicos, fibra y otros compuestos bioactivos.

Debido a su gran variedad pueden clasificarse según cuatro criterios: por su naturaleza, estado, fisiología y categoría comercial. Conocer la composición química de los frutos es de gran interés ya que da información sobre sus propiedades nutricionales, aspectos de calidad y comportamiento poscosecha. Se ha prestado más atención sobre los factores precosecha que repercuten en los factores poscosecha. Los principales factores precosecha son los genéticos, fisiológicos, agronómicos y ambientales (Cazar, 2016).

Las frutas tropicales después de haber sido cosechadas y aún después de haber sido mínimamente procesadas, continúan lentamente su proceso metabólico de respiración, transpiración y maduración, ocasionando cambios en color, sabor y calidad nutricional, siendo favorecidas en algunos casos las condiciones para la proliferación de microorganismos (Rangel & López, 2012).

Un gran número de procesos fisicoquímicos se llevan a cabo en las frutas durante el almacenamiento, período en el cual la calidad de la mayoría de frutas se ve severamente afectada por las pérdidas de agua, que dependen de la temperatura y de la humedad relativa. Sin embargo, el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad y la cantidad de cambios fisicoquímicos en frutos es altamente dependiente del cultivar, el tiempo de exposición y las condiciones de cosecha (Torres et al., 2013).

La temperatura dependiendo de su intensidad, tiempo de exposición y el estado de la fruta provoca daños directos (membranas celulares, proteínas, ácidos nucleicos) e indirectos (inhibición de la síntesis de pigmentos) produciendo quemaduras en los cultivos que afectan en la calidad y valor nutricional (Cazar, 2016). La adecuada temperatura y composición gaseosa provistas, ayudan a mantener la apariencia, textura, compuestos bioactivos, calidad sensorial y estabilidad microbiológica de las frutas tropicales (Rangel & López, 2012).

Cuando adquirimos en el supermercado un alimento no procesado como las frutas se presentan muchos problemas relacionados con los daños mecánicos. Estos daños se pueden efectuar durante la cosecha, transporte y almacenamiento, que aceleran la actividad fisiológica de los frutos, ocasionando pérdidas económicas. Una vez que los frutos se cosechan, existen gran cantidad de factores que interactúan con los frutos.

Una de las vías para mantener las características de calidad es interviniendo en los factores que provoquen daños en el producto. Por ejemplo, la ruptura de los tejidos externos de los frutos proporciona sitios de entrada a los microorganismos causantes de la putrefacción, lo cual disminuye la vida de presentación de los mismos (Yam, Villaseñor, Romantchik, Soto, & Peña, 2010).

Las propiedades fisicoquímicas de las frutas se realizan con equipos y procedimientos especializados y personal entrenado, lo que genera altos costo de análisis. El Método empleado por Torres et al. (2013), con el que obtuvo excelentes resultados se basa en sistemas de visión computacional (SVC) el cual ha sido utilizado para identificar, clasificar, evaluar y detectar defectos en frutas y otros productos, a través de la adquisición de imágenes.

En Cuba se han realizado diferentes investigaciones cuyos resultados muestran alto rendimiento y frutos con características que les permiten ser de gran aceptación en el mercado para consumo en fresco. Ejemplo J. Rodríguez, Díaz, Pérez, Natali, and Rodríguez (2014), donde evalúan la calidad y rendimiento de la papaya; (Autores, 2011c);

(Autores, 2011a); (Autores, 2011b) lo cuales corresponden a instructivos técnicos para el cultivo de la guayaba, mango y la papaya respectivamente, entre otros.

CAPÍTULO II: PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE DECISIONES BASADO EN LA TRAZABILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO DE FRUTAS TROPICALES

La industria de alimentos, se enfoca en asegurar la satisfacción del cliente y la inocuidad de los productos. Como el consumidor aprecia los alimentos frescos y disponibles en cualquier temporada, es de vital importancia conocer el origen del alimento y las características de la materia prima con la que fue creado, para tomar decisiones oportunas y eliminar cualquier preocupación o desconfianza en los consumidores.

Existen experiencias positivas en la reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos. La ausencia de buenas prácticas en las distintas fases de la cadena alimentaria, puede deberse a la falta de formación inicial y continua, de organización colectiva en cada punto de la cadena alimentaria, de integración y de coordinación (HLPE, 2014). El uso de la trazabilidad como herramienta principal de rastreo, garantiza el seguimiento de la materia prima de manera efectiva, favoreciendo la disminución de las pérdidas poscosecha y permitiendo la toma de decisiones oportunas para solucionar los casos de crisis alimentarias, y además, tributa al incremento de la garantía por parte de los productores, de los alimentos que se ofrecen a los consumidores (Herrera, 2014).

2.1 Descripción de la empresa objeto de estudio

La Empresa Comercializadora de Frutas Selectas perteneciente al MINAG, se funda en el año 1976 por el Comandante Fidel Castro Ruz con el propósito de abastecer el turismo y otros clientes priorizados. La Empresa cuenta con 14 UEB distribuidas en todas las provincias del país, excepto el municipio especial Isla de la Juventud. De las 14 UEB 13 son comercializadoras de productos agropecuarios frescos, congelados e industrializados y la otra se dedica a la logística y los servicios requeridos para apoyar el funcionamiento de la empresa en general.

Tiene como **misión** comercializar productos agropecuarios al sector del Turismo con una alta calidad y precios competitivos.

Su **visión** es ser líder en el mercado del Turismo para la comercialización de productos agropecuarios frescos, congelados e industrializados de Clase Extra y Primera calidad. Para cumplir este propósito se cuenta con un colectivo laboral comprometido con la satisfacción de las necesidades y expectativas crecientes de nuestros clientes y las partes interesadas que nos diferencia claramente de la competencia. En tal sentido, esta

organización trabaja en la motivación para el desarrollo profesional e integral de sus miembros, consolida una cultura creativa y de pertenencia que la destaca como uno de los mejores colectivos de MINAG. El **objeto social principal** de la empresa aprobado por el Ministerio de Economía y Planificación, consiste en: Comercializar productos agropecuarios y forestales, los que se detallan en el anexo #2.

La UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, cuenta con un total de 64 productores, los cuales pertenecen a diferentes bases productivas (41), ubicadas en los municipios de Cabaiguán, Sancti Spíritus, Trinidad, Taguasco, Fomento, Jatibonico y La Sierpe. En el anexo #3, se presenta un resumen de los proveedores de frutas.

La empresa cuenta con un total de 109 clientes, de ellos 68 pagan en moneda nacional y 41 en divisa, priorizando siempre estos últimos. En el anexo #4 se detalla la lista de los clientes.

2.2 Justificación del diseño

La UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, su política de calidad consiste en garantizar las compras, beneficio y ventas de productos agrícolas de clase extra y primera, según las demandas del turismo en el país, con vistas a satisfacer sus necesidades y expectativas crecientes. Para lograr este propósito están comprometidos a cumplir con las regulaciones legales y los requisitos aplicables, la implantación, el mantenimiento y la mejora continua del Sistema de Gestión de la Calidad según las normas de la familia NC ISO 9001. El Sistema de Trazabilidad basado en los principios del Ciclo Deming, les permitirá a la empresa tomar decisiones oportunas para asegurar la inocuidad alimentaria.

En varias ocasiones la empresa se ha visto afectada por la pérdida de frutas, en la mayoría de los casos los frutos más afectados son la naranja y la toronja, y en menor medida la Fruta Bomba, debido a que esta por sus características es tratada con cuidados especiales. De las 3 etapas (Compra; Beneficio y Venta) en las que se divide el flujo del proceso, las pérdidas se presentan en la etapa de Beneficio, provocando pérdidas económicas y desperdicio de alimentos.

Existen diferentes enfermedades que provocan las pérdidas de las frutas a lo largo de los eslabones de la cadena de abastecimiento, dentro de las que podemos citar por problemas relativos a las técnicas de cultivo, sobreoferta de productos, tecnología utilizada, estándares de calidad, sistemas de almacenamiento, transporte, costos logísticos y sistemas de seguimiento y control (Herrera, 2014). En esta UEB, estas

enfermedades se ven con mayor frecuencia cuando hay una sobreoferta de productos o cuando existen afectaciones por hongos.

2.3 Bases para el desarrollo del procedimiento para la gestión por procesos

En el diagnóstico inicial realizado en la empresa, se detectó que emplean diferentes métodos para identificar las materias primas que se reciben, pero no tienen una clara lotificación de los productos.

A continuación se expone una serie de definiciones que se hacen necesarias para el desarrollo de un nuevo procedimiento.

Proceso: conjunto de actividades mutuamente relacionadas, que utilizan las entradas para proporcionar un resultado previsto. En el desarrollo de la investigación para el funcionamiento del SG existen 8 procesos (Dirección Estratégica, Medición y Análisis, Compras, Beneficio, Ventas, Gestión del Capital Humano, Logística de Aprovisionamiento y Comunicación e Información).

Subprocesos: son partes bien definidas en un proceso. Su identificación puede resultar útil para aislar los problemas que pueden presentarse y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un mismo proceso. En el desarrollo de la investigación se asume como subprocesos las diferentes áreas de la empresa como: Calidad, Economía, Seguridad y Protección, Transporte, Aseguramiento Técnico de Materiales y la Fábrica de Conserva.

El procedimiento se realizó sobre las premisas siguientes:

1. Su concepción permite considerarlo de forma dialéctica y en continuo perfeccionamiento.
2. Se apoya en la correcta clasificación e identificación de la materia prima proveniente, los desarrollados en la organización y los destinos de la materia prima.

El procedimiento se plantea como objetivo, gestionar por procesos la materia prima en la entidad objeto de estudio, a través del análisis de los indicadores claves, el análisis de riesgos y variabilidad de los subprocesos y el análisis de pérdidas en el proceso, que permita reducir las mismas y elevar la eficiencia, a partir de los principios siguientes:

1. Adaptabilidad: la significación del sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, servirá como soporte teórico-metodológico en la toma de decisiones oportunas y la mejora de procesos, que permitan asegurar la calidad e inocuidad de las frutas.

2. Aprendizaje: robustecer el proceso en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, promueve la profundización en su conocimiento a través de un sistema de trazabilidad, que permita utilizar la información en línea de seguimiento para el análisis de datos por especialistas y la toma de decisiones de los directivos.
3. Pertinencia: la posibilidad que tiene el procedimiento de ser aplicado integralmente en el proceso de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, sin consecuencias negativas para sus clientes.
4. Perspectiva o generalidad: dada la posibilidad de su extensión como instrumento metodológico para la toma de decisiones oportunas y la mejora de procesos.

Entradas al procedimiento:

1. Información detallada del proceso en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus que permita su caracterización y descripción.
2. Datos de la materia prima que se recibe y evaluaciones de los requisitos de la calidad de la misma.
3. Datos del comportamiento de las pérdidas poscosechas según las actividades del proceso de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Salidas del procedimiento:

1. Materias primas identificadas y clasificadas por lotes.
2. Procesos interrelacionados a través de identificaciones registradas.
3. Causas que originan la variabilidad en los lotes, y posibles medidas para solucionar deficiencias.
4. Diseño de registros históricos que caracterizan el proceso de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus y la calidad e inocuidad de la materia prima.

2.4 Desarrollo del procedimiento para la gestión por procesos

A continuación se presenta el procedimiento para el diseño del sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, en la (Figura 2.1).

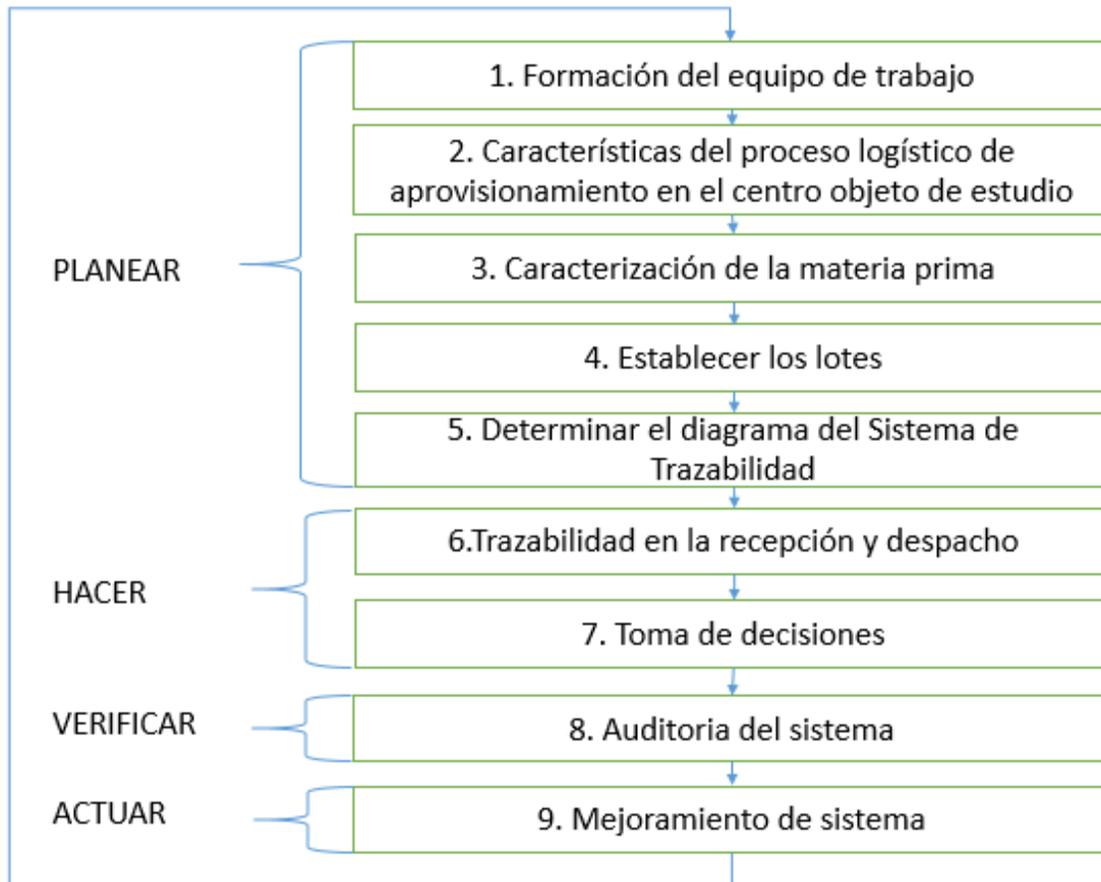


Figura 2.1: Procedimiento para el diseño del sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus Sancti Spíritus. Fuente: adaptado de Denis (2016).

Etapa 1: Formación del equipo de trabajo

Para formar el equipo de trabajo adecuado, lograr el buen diseño y la eficiente implementación del sistema de trazabilidad, en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, se recomienda como herramienta principal el Método de Selección de Expertos, dado por Hurtado de Mendoza (2003) que permitirá determinar la cantidad de expertos y quiénes serán éstos.

Para desarrollarlo se aplicará una encuesta que permitirá realizar un análisis de los candidatos mediante la determinación del coeficiente de competencia de los mismos. Luego se calculará la cantidad de expertos necesarios para la investigación y con estos dos elementos se determinarán finalmente los integrantes del equipo de trabajo (Hurtado de Mendoza, 2003)

Para aplicar el método que se propone utilizar se deben seguir una serie de pasos como:

- Paso 1: Confeccionar una lista inicial de personas, que cumplan con los requisitos para ser expertos en la materia a trabajar.
- Paso 2: Realizar una valoración sobre el nivel de experiencia.
- Paso 3: Determinación del coeficiente de conocimiento o información (Kc).
- Paso 4: Determinación del coeficiente de argumentación (Ka).
- Paso 5: Determinación y valoración del coeficiente de competencia (K).
- Paso 6: Selección de expertos.

Después de seleccionar los expertos necesarios basándose en el número calculado y escogiéndose aquellos de mayor coeficiente de competencia, quedando definido finalmente el grupo de trabajo anexo #5.

Etapa 2: Caracterización de los procesos logísticos de aprovisionamiento y distribución en la empresa objeto de estudio

El sistema logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, se inicia en el momento que se realizan la búsqueda del fruto en las distintas CPA o CCS. Posterior a ello, es necesario aplicar la manipulación y temperatura adecuada, realizando la transportación en el menor tiempo posible a la empresa.

De manera que podría decirse, que el sistema logístico de aprovisionamiento y distribución está compuesto fundamentalmente por 6 actividades, ellas son: el transporte, recepción, la manipulación, almacenaje, beneficio y venta. Las mismas se detallan a continuación.

Tabla 2.1 Actividades que componen el sistema logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Actividades	Descripción
Transporte	Implica los medios utilizados en el traslado de la materia prima recolectada (CPA o CCS), hasta el punto de recepción donde juega un papel determinante la relación tiempo-temperatura.
Recepción	Implica el conteo de la materia prima que se recibe tanto en el punto de recogida de la (CPA o CCS), como en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, así como los tratamientos posteriores que puedan aplicarse para la conservación de las características de calidad de la

	misma.
Manipulación	Implica el tratamiento dado a la materia prima durante y después del proceso de recolección, teniendo en cuenta las características de las frutas con la que se trabaja en la entidad (Mango, Guayaba, Fruta Bomba, Aguacate, Piña).
Almacenaje	Involucra el proceso de conservación de las frutas ya sea en su estado natural o congelado, según el tiempo transcurrido y el destino.
Beneficio	Es donde se realiza la separación de cada fruta según los requisitos de calidad y se clasifican para ser enviadas a sus destinos finales o ser desechadas por algún daño específico, que pueda afectar la salud del consumidor.
Venta	Implica el conteo de la materia prima que va a ser enviada hasta su destino final, la cual puede ser en la mayoría de los casos a través de cheques o en menor medida en efectivo.

Este sistema logístico está caracterizado por un método de trabajo, que no permite distribuir las frutas en el mismo momento en que se reciben. Además, a la llegada a la empresa, no se cuenta con una herramienta para la toma de decisiones que permita darle prioridad a las frutas provenientes de los diferentes puntos de recogida, teniendo en cuentas las pérdidas de las características de calidad de las mismas y el tiempo de traslado.

Una de las herramientas que se indican para la caracterización del proceso es la Ficha del Proceso, al ser ésta una herramienta que agrupa todos los elementos asociados al proceso, los cuales son necesarios para el buen desarrollo del mismo y el posterior análisis.

También se utilizará el Diagrama de Flujo a fin de proporcionar una representación pictórica de los procesos logísticos de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, el cual facilitará la comprensión del proceso y el flujo de la materia prima a través éste, así se logrará adquirir una visión clara de todos los factores y agentes que intervienen en el mismo, como se muestra en la (Figura 2.2)

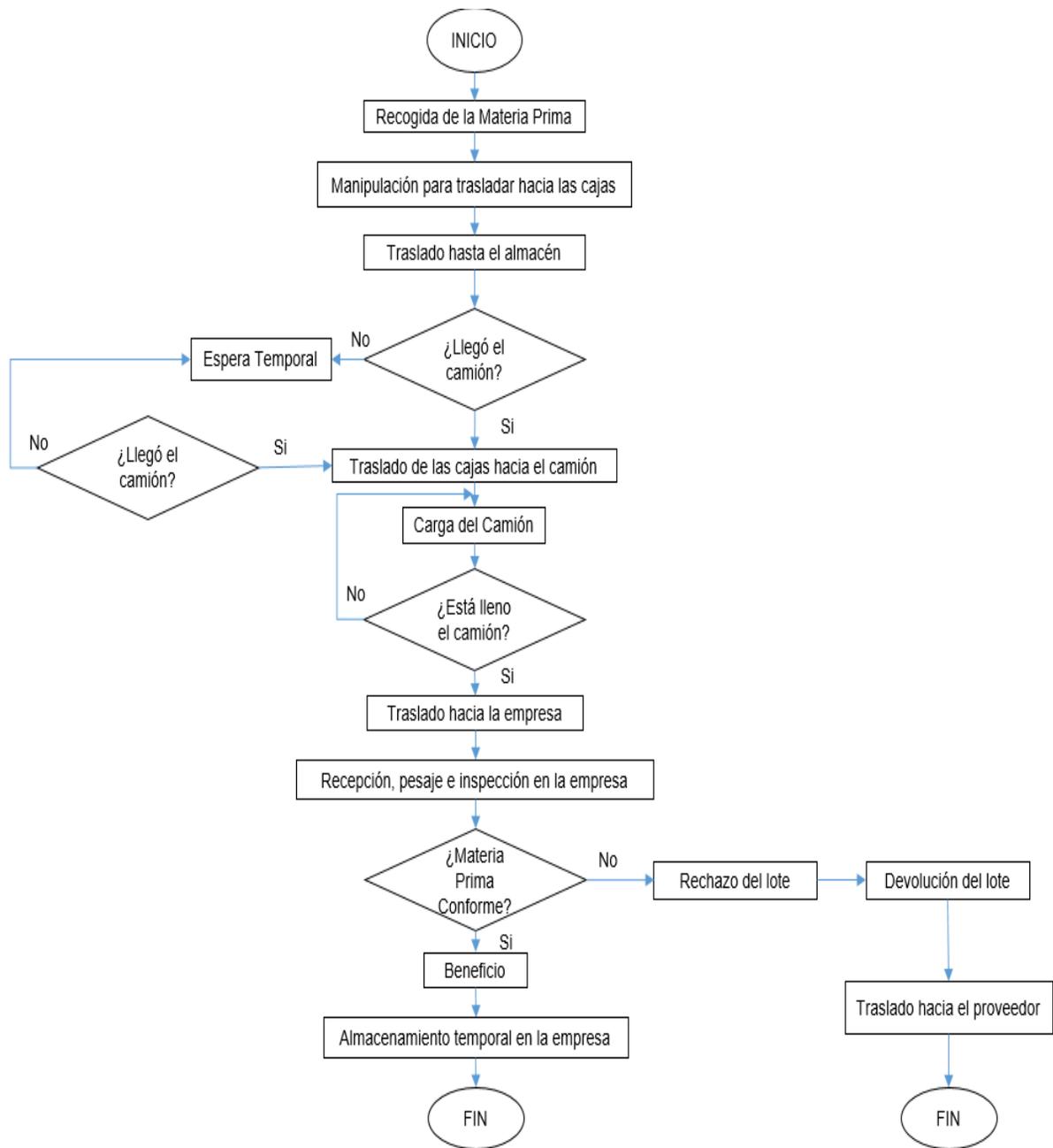


Figura 2.2: Flujo del sistema logístico de aprovisionamiento de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia.

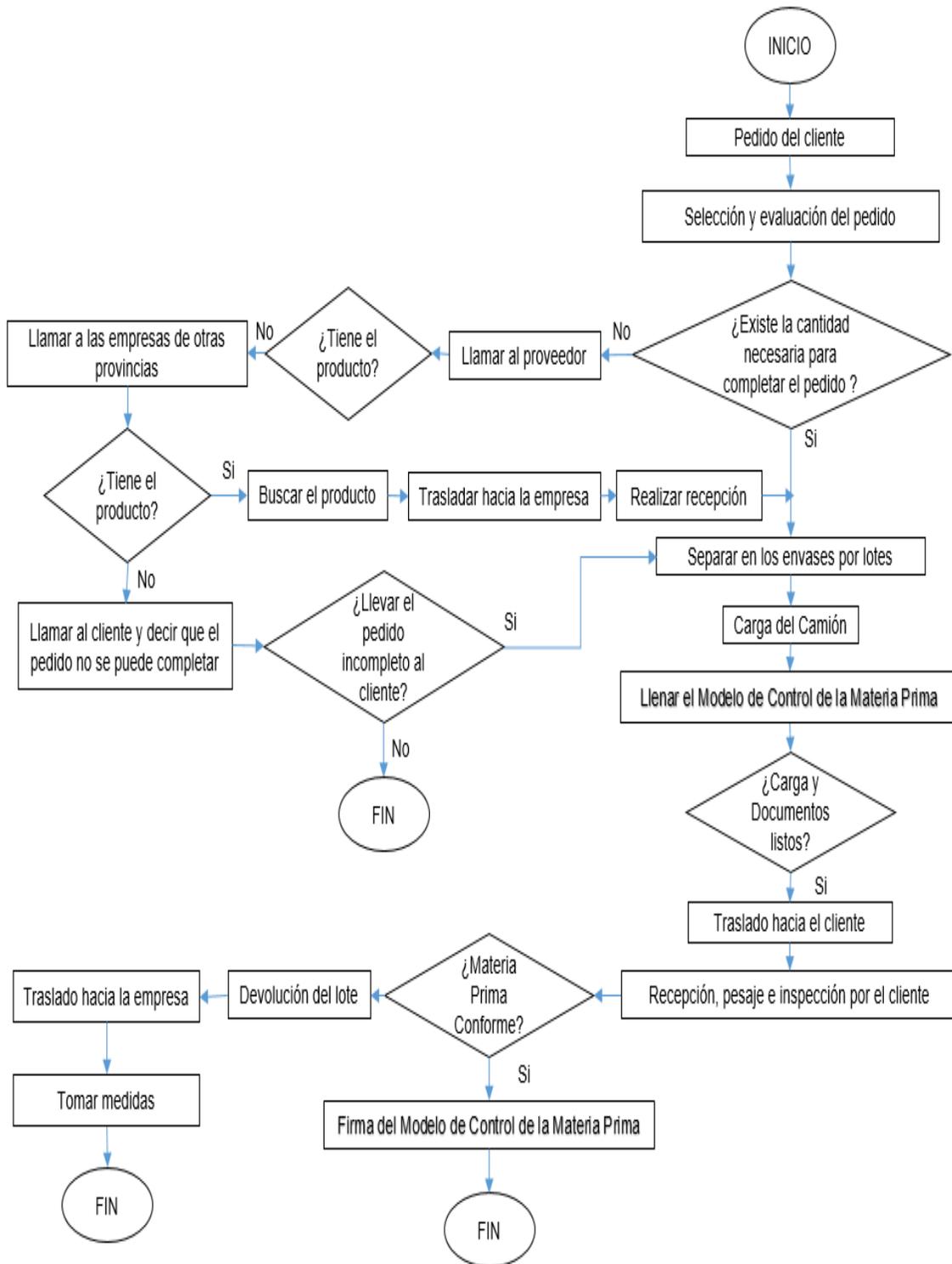


Figura 2.3: Flujo del sistema logístico de distribución de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3: Caracterización de la materia prima

En Tabla 2.2 se resumen las principales características de las frutas que son recibidas y vendidas en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Fruta	Mango
Origen	Continente asiático
Características	Drupa alargada de mesocarpio carnoso que varía dependiendo de la variedad en (color, forma, fibra, sabor, tamaño) teniendo un rango de 2.5 a 30 cm
Composición	36% de pulpa, 57% de agua, 7% de azúcar y posee un pH de 3.5 (Yugcha & Zorto, 2010)
Temperatura para su transporte	13°C (55°F). Humedad relativa deseada del 85 al 90 por ciento. Punto de congelación más alto:-0.9°C (30.3°F) (USDA, 1995)
Consecuencias del uso incorrecto de la temperatura	Descoloramiento como si fuese una quemadura gris en la corteza, muchas veces acompañada de picaduras, maduración irregular, y adquieren un sabor y color indeseable.
Métodos de carga recomendados	Cajas de conglomerado
Fruta	Guayaba
Origen	Originario de América
Características y composición	El fruto es ovalado, carnoso con semillas (100 hasta 500) en la pulpa, diámetro de 4 a 8 cm. La piel puede ser lisa y cerosa, el color de la pulpa puede ser blanco, amarillo, rosado o rojo, con olor característico y textura variada. Alto contenido en ácido ascórbico (vitamina C), rica en carbohidratos, fósforo y calcio. En ocasiones sobrepasa los 400 mg. por 100 gr. de pulpa.
Temperatura para su transporte	Mantener lejos del sol y la lluvia, no exceder las 8 horas desde la cosecha hasta la recepción en la empresa. Toleran temperaturas de 45°C o más, pero media anual de 23 a 28°C. Temperatura optima 8-10° C para guayabas verde-maduras
Métodos de carga recomendados	Envases plásticos
Fruta	Fruta Bomba
Origen	América Central, cerca del Golfo de México.
Características y composición	La papaya es una planta herbácea, de crecimiento rápido y de vida corta. Posee vasos laticíferos en todas las partes de la planta. Tienen alto valor nutricional por sus contenidos en vitaminas A, B y C y el favorable efecto en la digestión y asimilación de los alimentos debido al contenido de papaína (enzima proteolítica). La papaya se cultiva bajo condiciones de lluvia o riego, en climas cálidos con temperaturas medias entre 24 y 27 °C. No tolera heladas, ni vientos fuertes y tampoco suelos mal drenados.

	Azúcares cuando es madura: 48.3%(sacarosa); 29.8%(glucosa); 21.9% (fructosa). (Morgado et al., 2013)
Temperatura para su transporte	Temperatura ambiente
Conservación	Conservar a 10-13 °C. Humedad relativa 85-90 %.
Métodos de carga recomendados	Los vehículos que se utilicen deben estar libres de productos tóxicos, protegidos contra el viento y que permitan una adecuada ventilación.
Vida potencial de almacenamiento	Temperaturas de 10 °C (frutos maduros) y 13 °C (frutos verdes), humedad relativa de 90 % a 95 % y el tiempo de permanencia depende del estado de madurez y el destino de los frutos.
Fruta	Aguacate
Características y composición	Drupa mocarpelar, dicotiledónea con forma variada que puede ser, cilíndrica, periforme , alargada, curvada, el color varía desde verde amarillo hasta rojo morado, oscila de 25 mm de diámetro hasta 45 cm de largo, el peso de la fruta es de 40 g en adelante. Tiene una semilla que suele ser redonda, esférica, cónica. Pulpa de diferentes tonalidades y excelente sabor, con bajo contenido de grasas.
Temperatura para su transporte	No exponer al sol, temperatura ambiente
Consecuencias del uso incorrecto de la temperatura	Bajas temperaturas las cuales le provocan la muerte.
Métodos de carga recomendados	Envasar en cajas plásticas
Vida potencial de almacenamiento	Después de separados los frutos de las plantas deben ser enviados de inmediato a la red de comercialización. Pueden conservarse en lugares frescos, con buena ventilación a la sombra. En cámaras frías a temperatura entre 7-10 °C y una humedad relativa del 85 % a 95 %.
Fruta	Piña
Origen	América del Sur
Características y composición	Española roja: Hojas largas y estrechas, con espinas. Fruto globoso, de ojos profundos, de color rojo anaranjado. Pulpa de color amarilla pálida y fibrosa. Presenta numerosos hijos basales. Piña blanca: Planta erecta con hojas largas bordeadas de espinas pequeñas. Fruto piramidal de color verde claro. Pulpa blanca de excelente sabor. Presenta hijos basales.
Temperatura para su transporte	Evitar el sol y transportar lo más rápido posible. Temperatura ambiente.
Métodos de carga recomendados	Sacos

Vida potencial de almacenamiento	3 semanas a temperaturas de 8-10°C. Para la industria se realiza entre las 24-25 semanas y se elimina la corona.
----------------------------------	--

Fuente: Elaboración Propia.

Etapa 4: Establecer los lotes

Este paso tiene como objetivo la delimitación de cada lote en función de la materia prima (Fruta Bomba), que se recolecta donde intervienen diferentes factores que determinan la variabilidad de los mismos, para ello se propone un procedimiento específico, el cual se muestra y explica a continuación.

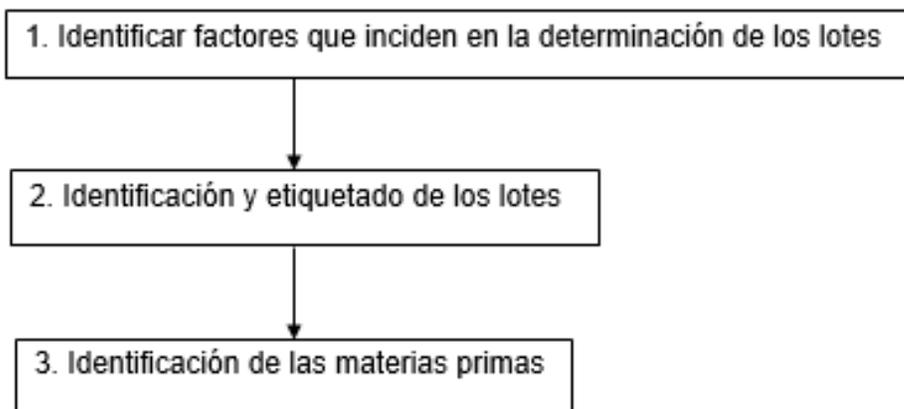


Figura 2.4: Procedimiento específico para establecer los lotes. Fuente: Denis (2016).

1. Identificar factores que inciden en la determinación de los lotes

Para la identificación de los factores que inciden en la determinación de los lotes y su variabilidad se sugieren como herramientas y métodos a aplicar las siguientes:

La Tormenta de Ideas, que permitirá aportar un grupo de opiniones relacionadas con los métodos de trabajo, los recursos humanos, el punto de recogida y los requisitos del cliente, que ayudarán a discernir cuáles podrían ser las causas generadoras de la variabilidad entre los lotes.

El Diagrama Causa- Efecto, que permitirá la representación de los elementos (causas) del proceso logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, que contribuyen a la variabilidad de los lotes (efecto), teniendo en cuenta las opiniones generadas en la Tormenta de Ideas acerca de los métodos de trabajo, los recursos humanos, CPA o CCS (punto de recogida) y los requisitos del cliente que influyen en el problema definido.

2. Identificación y etiquetado de los lotes

La identificación y el etiquetado de los lotes se obtendrá mediante el diseño de claves de lotes, que se irán actualizando conforme a la realización de las recogidas, para lo cual se define el “Lote de Materia Prima” como: cantidad de materia prima (Fruta Bomba) recogidas en circunstancias prácticamente idénticas.

De esta manera para la delimitación de los lotes, se tendrán en cuenta puntos de recogida (CPA o CCS), asumiéndose que cada lugar corresponde a un lote de materia prima, ya que no puede mezclarse las recogidas en las diferentes (CPA o CCS) debido a que el tiempo de exposición de las mismas no es el igual, y por tanto, no lo será el nivel de deterioro que tengan éstas.

La identificación del lote de materia prima estará formada por 12 dígitos, los seis primeros identificarán la fecha (año, mes y día), seguidamente se identificará la fruta con una letra (M: Mango, G: Guayaba, F: Fruta Bomba, A: Aguacate, P: Piña) ya que en un mismo día pueden llegar a la empresa ejemplares de todas las frutas, los siguientes seis números corresponderán a la identificación de proveedores que se tomará como la procedencia de la materia prima.

La identificación de proveedores se tomará como la identificación de la procedencia de la materia prima de las diferentes (CPA o CCS), estableciéndose claves y registros de datos seguros para ello, como se muestra a continuación.

Tabla 2.3 Etiqueta para la identificación de los lotes de materia prima

	MINISTERIO AGRICULTURA EMPRESA FRUTAS SELECTAS ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
TARJETA DE IDENTIFICACIÓN DE PRODUCTO	
Producto:	
Forma Productiva:	
Lote:	
Envases:	
Peso kg:	
Fecha de recepción: _____	
Extracción: _____	
Técnico _____	

Fuente: Elaboración propia.

3. Identificación de las materias primas

En la identificación de la materia prima por lotes deben tenerse en cuenta el registro de diferentes parámetros como:

Tabla 2.4 Parámetros a registrar en la identificación de la materia prima

Parámetro	Utilidad
Nombre de la materia prima	Identificación de la variedad
Procedencia	Identificación de la (CPA o CCS) de donde proviene (origen de la fruta).
Tiempo de exposición	Conocer el tiempo exacto que transcurrió desde la recogida, hasta la recepción en la UEB de Frutas Selectas Sancti Spiritus.
Características de la materia prima	Enunciar las características que afectan la calidad e inocuidad de la fruta. Determinar el nivel de deterioro de la materia prima.

Fuente: Elaboración propia.

Para ello se precisa el establecimiento de un modelo que permita el control de la identificación de la materia prima, con el objetivo de preservar el registro de la información.

Tabla 2.5 Modelo de Control para la Identificación de la Materia Prima

 Modelo de Control para la Identificación de la Materia Prima							MES: _____
Fecha de recolección en la CCS	Proveedor	Fruta	Hora de la recogida	Fecha de envío	Hora de llegada a la empresa	Puntuación QIM-NC	# de Lote

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 5: Determinar el Diagrama de Trazabilidad

El diagrama de trazabilidad corresponde a los pasos lógicos que permitan rastrear un lote a través de la cadena logística. En el caso de la UEB Frutas Selectas Sancti Spiritus, la trazabilidad es interna y se facilitará por medio del seguimiento de los lotes asociados a

las (CPA o CCS) identificadas por claves, siguiendo la lógica en la que se basa la revisión de los procesos de trazabilidad, mediante el cumplimiento de los tres principios: registro, identificación y transmisión.



Figura 2.5: Diagrama de Trazabilidad. Fuente: Denis (2016).

- Identificación: correcta tipificación de las recolecciones y características asociadas mediante etiquetado, código de barras, etc.
- Registro: Cada agente involucrado en la cadena de suministro debe disponer de un sistema informativo para poder generar, gestionar y registrar la información de trazabilidad necesaria en cada momento (entendiendo como información de trazabilidad, fechas, número de lote, etc.).
- Transmisión: se presenta como la necesidad de transmitir la información al siguiente eslabón de la cadena de suministros y como la necesidad de asociar el flujo de información al flujo físico.

Etapa 6: Trazabilidad en la recepción y despacho

La finalidad de este paso que se propone, consiste en identificar los datos de la materia prima que se recibe, de forma que se posibilite el rastreo de esta hasta el eslabón anterior de la cadena de suministro. Para ello se debe comprender el flujo de la información que implica desarrollar la trazabilidad en la recepción y despacho, el cual se detalla a continuación, tanto en la recepción como el despacho en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

En la Figura 2.6 se muestra el flujograma para trazabilidad en recepción en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus donde de esta manera se debe:

- Comprobar que cada una de las materias primas recibidas sea identificada y los documentos que pudiesen acompañarles estén correctos, además resulta muy importante comprobar que todas las materias primas lleven indicado su lote.
- Controlar y registrar los datos referentes a cada recepción, para ello puede utilizarse el Control de Trazabilidad en Recepción.
- Ordenar los almacenes de recepción, teniendo en cuenta que debe priorizarse la entrada de aquella materia prima cuyo nivel de deterioro se encuentre más acelerado, donde el uso de etiquetas facilitará la identificación o retirada de una partida si fuera necesario.

- La información relativa a la ubicación exacta de una determinada materia prima se puede registrar en el Control de Trazabilidad en Recepción

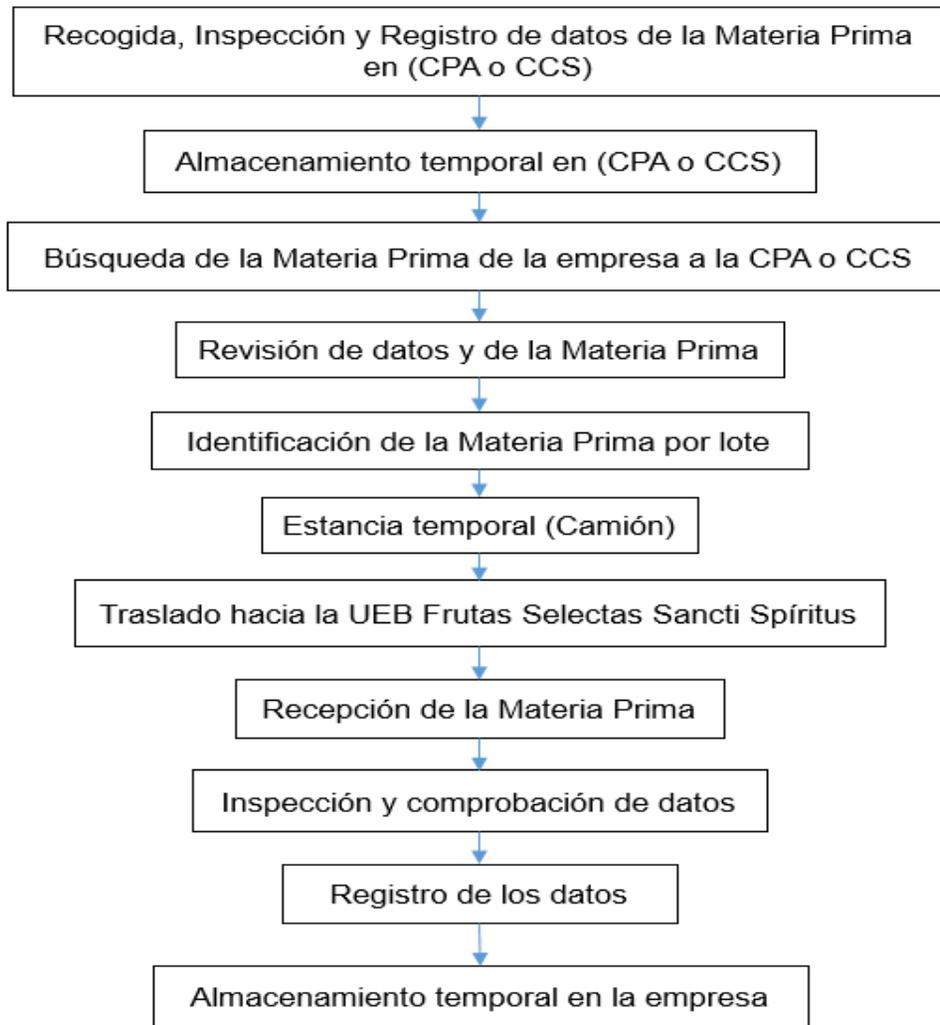


Figura 2.6: Flujograma para trazabilidad en recepción en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia.

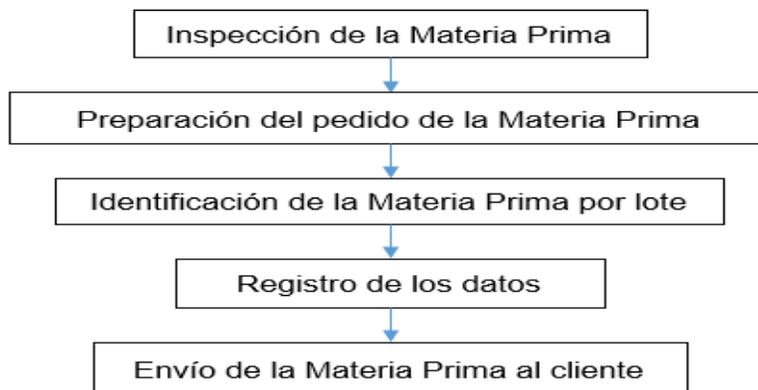


Figura 2.7: Flujograma para trazabilidad en despacho en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera se debe:

- Comprobar que cada una de las materias primas despachada estén identificada y los documentos que pudiesen acompañarles estén correctos, además resulta muy importante comprobar que todas las materias primas lleven indicado su lote.
- Controlar y registrar los datos referentes a cada materia prima
- Ordenar los almacenes de despacho, para priorizar la salida de la materia prima cuyo nivel de deterioro sea más próximo, donde el uso de etiquetas facilitará la identificación o retirada de una partida si fuera necesario.

Para lograr el adecuado registro de la información correspondiente a la trazabilidad en recepción se diseñó el modelo siguiente.

Tabla 2.6 Modelo de Control de Trazabilidad.

 CONTROL DE TRAZABILIDAD EN RECEPCIÓN						
EMPRESA:					FOLIO: ____	
Fecha de llegada a la empresa	Hora	Fruta	Puntuación QIM-NC	Tiempo de exposición	No. Lote	Cantidad

Fuente: Elaboración propia.

Etapa 7: Toma de decisión

En este paso se pretende disminuir las pérdidas poscosechas, ya que una vez identificados los datos de la materia prima, se garantizará la toma de decisiones oportunas enfocadas hacia dos aspectos fundamentales:

- Jerarquizar la distribución de los productos teniendo en cuenta los parámetros de calidad con que se reciben.
- Determinar qué fruta enviar dependiendo del nivel de deterioro que tenga la materia prima. Aquí se sugiere aplicar como herramienta útil en la toma de decisiones, el Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del QIM y de la NC (2016), como sistema de clasificación para evaluar la frescura de la materia prima y dar una estimación de la calidad.

Etapa 8: Auditoría del sistema

En este paso se trata de establecer comprobaciones sistemáticas que permitan evaluar el correcto funcionamiento del sistema y su eficacia, así como la detección de posibles mejoras.

Una vez implantado el sistema es necesario comprobar su eficacia. Para ello, periódicamente se deben realizar ejercicios de auditoría o autocontrol del sistema de gestión de trazabilidad. La realización de dichos ejercicios detectará las deficiencias que hubiese y permitirá llevar a cabo las mejoras oportunas.

Cuando se realiza una auditoría, la medida de la eficacia del sistema de trazabilidad es determinar la tasa de recuperación, es decir, saber que tanto por ciento del lote en cuestión se recupera, cuya medida de eficiencia para ello es el tiempo que se ha empleado. A continuación se muestra el flujograma para el ejercicio de auditoría o autocontrol del sistema de gestión de trazabilidad.

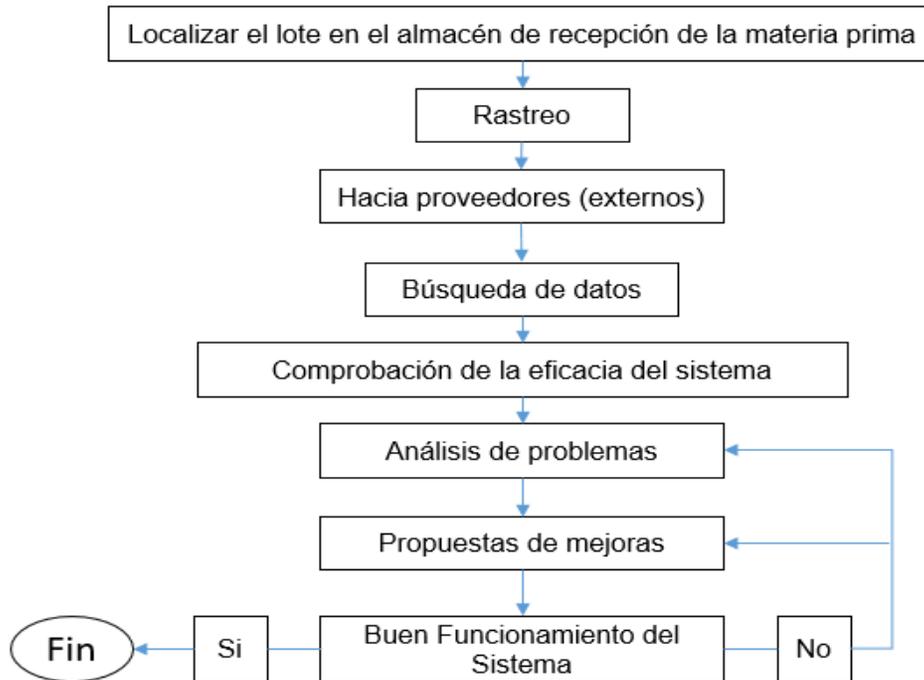


Figura 2.8: Flujograma para el ejercicio de auditoría o autocontrol del sistema de gestión de trazabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Etapas 9: Mejoramiento del sistema

En este paso se persigue evaluar la disminución de las pérdidas poscosechas una vez implementado el sistema de trazabilidad en la logística de aprovisionamiento en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Para lograr tal finalidad resulta necesario la evaluación las pérdidas poscosechas y sus causas en dos momentos, antes y después de la implementación del sistema de trazabilidad en la logística de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, de modo que se logre establecer un patrón de comportamiento que posibilite el análisis y la comparación, tributando de esta forma a la mejora de la calidad en el proceso.

De esta manera se puede entender que si ha habido una disminución de las pérdidas poscosechas, se ha logrado el mejoramiento del proceso logístico de aprovisionamiento en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, y con ello, se podrá asegurar la calidad e inocuidad de la materia prima.

Como herramienta fundamental puede utilizarse los Gráficos de Tendencia y los Gráficos de Control por variables, pues el análisis de los datos mediante éstos proporciona mayor información que el simple control de los resultados de un proceso, sugiriendo posibilidades de corrección preventiva y alternativas de investigación.

Los mismos se basan en la observación de la variación de características medibles del producto o materia prima que se analiza, simplificando el análisis de situaciones numéricas complejas, al mostrar de forma clara y de un "vistazo" la variabilidad del resultado de un proceso en función del tiempo, respecto a una determinada característica de éste.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN PARCIAL DEL PROCEDIMIENTO PROPUESTO PARA EL SISTEMA DE TRAZABILIDAD EN LA UEB FRUTAS SELECTAS SANCTI SPÍRITUS

El presente capítulo tiene como objetivo, ilustrar el procedimiento propuesto para el diseño un sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Para la implementación parcial del procedimiento se escoge la Fruta Bomba, porque es una fruta compleja por sus características y es la que mayor cantidad de proveedores presenta, en este caso 12. Esta fruta se somete a una maduración natural en esta empresa, con el fin de velar por la calidad de la misma y comprobar que no ha sido madurada con algún químico, cuidando de esta forma la salud de los clientes.

3.1 Caracterización de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus

La UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, pertenece a la Empresa Comercializadora de Frutas Selectas, La Habana, perteneciente al (MINAG). Está ubicada en el municipio de Sancti Spíritus, en la carretera de Jibaro. Este centro se dedica a la compra y exportación de productos florícolas y naturales. Además dentro de la variada oferta de productos, específicamente, las frutas son comercializadas de forma natural o congeladas. Las frutas que se exportan en este centro son: Mango, Guayaba, Fruta Bomba, Aguacate, Piña.

Para la aplicación parcial del procedimiento propuesto para el sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, se escoge la Fruta Bomba. Esto se debe, a que un estudio que se realizó por Portal (2016) para localización de plantas de deshidratación de frutas en la provincia de Sancti Spíritus, se evidenció que esta fruta es la de mayor producción en la provincia (Figura 3.1). Se precisó además que la producción contratada de las fuentes de suministro de frutas analizadas fue de un total de 2 054,84 t, solo el 32,48% del total producido, desglosado por variedades como se muestra en la figura 3.1.

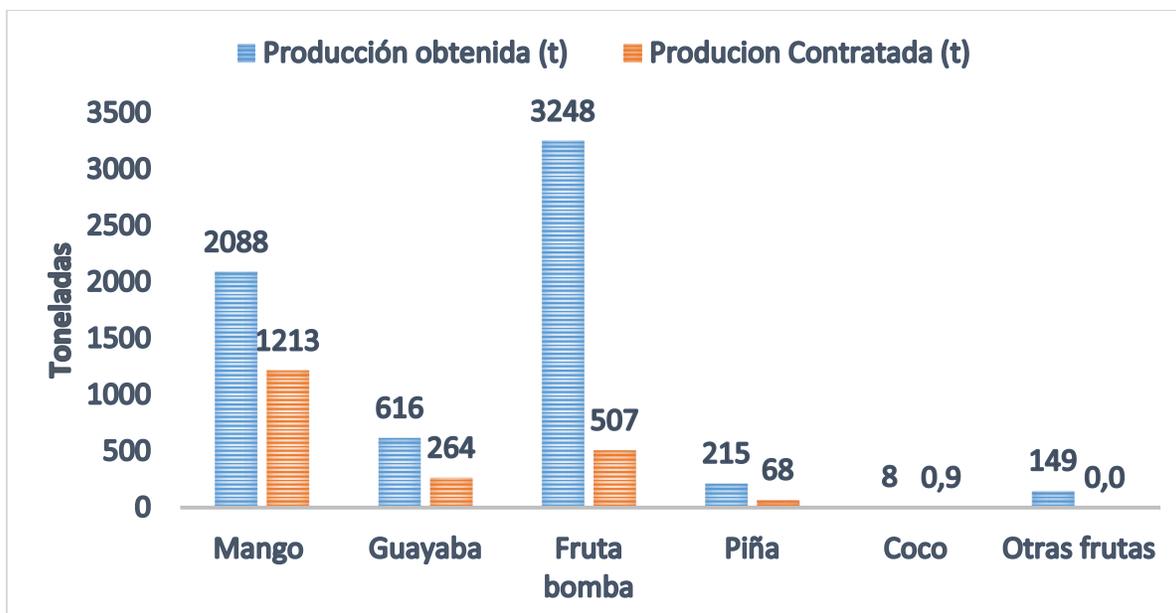


Figura 3.1: Producción obtenida y producción contratada en el 2015 de las diferentes variedades de frutas obtenidas en Sancti Spíritus. Fuente: Portal (2016).

Además en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, la Fruta Bomba tiene gran importancia económica porque es una de las frutas tropicales de mayor expansión en los últimos años y presenta una alta productividad y estabilidad de la producción durante todo el año. Además permite su comercialización tanto en su estado natural como congelado. En el proceso de recogida de la fruta en las distintas CCS o CPA hasta el envío de los pedidos realizados por los clientes hay un total de 45 trabajadores implicados.

Etapa 1: Formación del equipo de trabajo

Para formar el equipo de trabajo se utiliza el Método de Expertos propuesto por Hurtado de Mendoza (2003). En el anexo #5 se reflejan detalladamente los pasos seguidos para la valoración de los expertos a partir del coeficiente de competencias.

Finalmente se calcula el número de expertos necesarios, obteniéndose como resultado un valor de 7 expertos. Teniendo en consideración este análisis, se seleccionan aquellos con un mayor coeficiente de competencia, quedando conformado el equipo de trabajo para la investigación como muestra la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Resultados de los cálculos de los coeficientes de conocimiento, argumentación y competencia (Kc, Ka, K) para formar el equipo de trabajo.

Cargo ocupacional	Kc	Ka	K	Valoración
Presidente de la CCS Humberto Castellanos, Sancti Spíritus	0,7	0,78	0,74	Medio
Especialista C en Gestión Comercial (Especialista Principal de Compras)	0,8	0,84	0,82	Alto
Técnico de Gestión Comercial (especialista)	0,7	0,82	0,76	Medio
Especialista C en Gestión de la Calidad	0,9	0,8	0,85	Alto
Operario Agropecuario	0,2	0,66	0,43	Medio
Técnico en Acopio de Productos Agropecuarios	0,5	0,68	0,59	Alto
Operario Agroindustrial	0,4	0,76	0,58	Alto

Fuente: Elaboración propia.

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.

Etapas 2: Caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus objeto de estudio

La información recogida durante la caracterización del proceso logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus objeto de estudio, argumenta la importancia de este proceso, ya que los factores que intervienen en las actividades de transporte, recepción, manipulación, almacenaje, beneficio y venta como la procedencia, técnica de recogida, la forma de envasado y la relación tiempo-temperatura, afectan directamente la probabilidad de deterioro de la fruta que se recoge.

- Las frutas provenientes de las distintas CCS, son enviadas a la entidad: Caso de estudio (Fruta Bomba).
- El traslado hacia la empresa se realiza a través de camiones y comprende el trayecto desde el punto de recogida hasta la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

- El envasado de la materia prima (Fruta Bomba) se realiza en cajas plásticas, cuando el producto se dirige a la empresa, pero cuando su destino son los clientes externos, se envían las frutas envueltas en papel y se colocan en cajas de cartón.

Para la caracterización del proceso en la empresa se utiliza la herramienta: Ficha del Proceso Logístico de aprovisionamiento y distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus anexo #6.

Tabla 3.2: Descripción de los factores que intervienen en las actividades del proceso logístico de aprovisionamiento y distribución de la Fruta Bomba en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Parámetros	Descripción	Cantd/ t	
Procedencia de la materia prima	Cabaiguán	CCS Sergio Soto	8
		CCS Rogelio Rojas	4
		CCS Jorge Agustini	3,5
	Sancti Spíritus	CCS 10/11	2,5
		CCS Humberto Castellanos	4
	Taguasco	CCS José Luis Tasende	2
		CCS Obdulio Morales	2
		CCS Leonel Barrios	10
	Fomento	CCS Mártires Fmlia Vienes	21
		CCS Armando Mestre	0,5
Jatibonico	CCS Emilio Obregón (Armando Pérez)	4	
	CCS Emilio Obregón (Ciriaco Sanabria)	10	
Técnica de recogida	El pedúnculo debe quedar (5-10 mm de largo)		
Características importantes de la materia prima	Altamente perecedero sobre las mesas de maduración con el pedúnculo hacia arriba.		
Almacenamiento	Lavar las frutas, colocar el pedúnculo hacia arriba		
Insumos de envío a los clientes externos	Envolturas de papel		
Envase empleado destino a la empresa	Cajas plásticas		
Envase empleado destino a los clientes externos	Cajas de cartón		

Fuente: Elaboración propia.

Además de los diferentes factores que caracterizan el proceso logístico de aprovisionamiento y distribución de la Fruta Bomba en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, como se explicó anteriormente, y que influyen en el deterioro o conservación de las características de calidad e inocuidad de la materia prima. También resulta importante analizar aquellos que determinan estos parámetros en primera instancia, que son los

relacionados con las particularidades de las CPA o CCS, tales como la **baja humedad relativa**, no tener en cuenta los **requerimientos edafoclimáticos**, mal **manejo fitosanitario**, bajo **contenido de materia orgánica** los cuales inciden directamente sobre la materia prima en la etapa de cultivo.

1. Baja humedad relativa: deshidratan las hojas, flores, frutos y puede destruir las hojas y las plantas.
2. Requerimientos edafoclimáticos: Si la temperatura es inferior a 12 °C afecta el desarrollo de la planta, se reduce la capacidad de floración y fructificación, se retrasa la maduración y baja el contenido de azúcar. Si es superior a 35 °C afecta la floración por aborto floral y se incrementa la formación de los frutos (CAT FACE o Cara de Gato).
3. Manejo fitosanitario: consiste en detectar o evitar las plagas empleando diferentes químicos según el tipo de Patógeno, aplicando el producto y la dosis exacta por hectárea.
4. El contenido de materia orgánica debe ser mayor del 2%.

Otro factor que puede influir en la calidad de la fruta, es el tiempo que tardan en recoger y trasladar las frutas a la unidad, aspecto que se tiene muy presente en dicha empresa, al igual que la inspección higiénica del transporte, a través del modelo RG 042-1. Las distancias existentes de los proveedores de la Fruta Bomba son las siguientes:

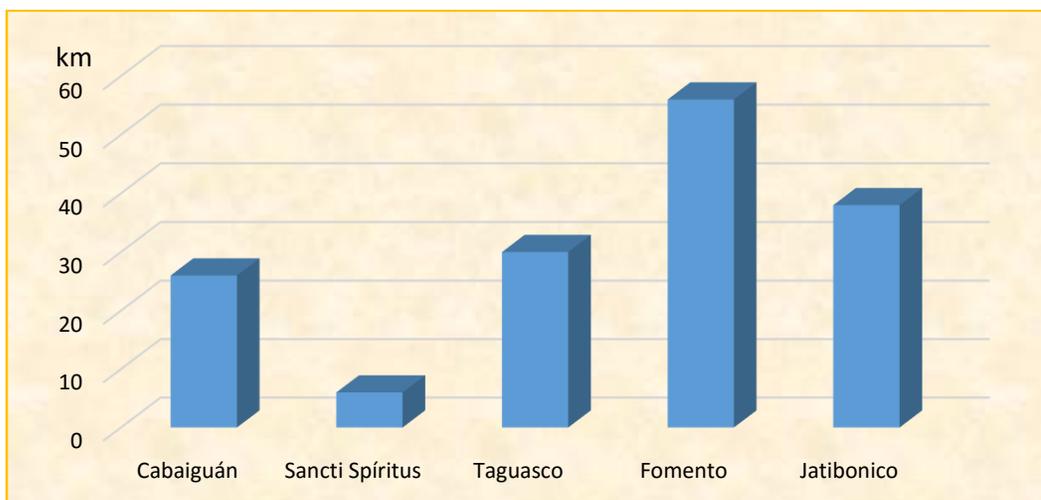


Figura 3.2: Distancias de las ubicaciones de los proveedores con respecto a la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia.

Etapa 3: Caracterización de la materia prima

Para una adecuada caracterización de la materia prima se necesita tener en cuenta una serie de elementos como pueden ser: la forma, la piel, el calibre, el tamaño, color de la masa, así como los factores que afectan a ésta durante la etapa de cultivo, todos los cuáles determinan de forma directa los parámetros de calidad e inocuidad de la misma.

La papaya experimenta cambios como pérdida de firmeza, producción de azúcares y constituyentes del sabor acelerados por la producción de etileno y un incremento repentino en la actividad respiratoria, la cual se conoce como etapa de climaterio. Sin embargo, el primer signo visible de la maduración de este fruto se da por cambios en el color como resultado del aumento en el contenido de pigmentos y disminución significativa del contenido de clorofila (Umaña, Loría, & Gómez, 2011).

En Cuba, el principal cultivar que se propaga es la Maradol Roja (origen cubano), en la UEB Frutas Selectas Sancti Spiritus, este ejemplar es el de mayor aceptación. Es una planta productiva y precoz, de maduración temprana. Sus frutas son consistentes, con peso promedio de 1.5 a 2.0 kg, de forma oblonga y pulpa roja, con un Brix de 11%.

Dentro de los principales factores que afectan a esta fruta, se encuentran los microbiológicos. La corteza de la fruta es muy susceptible a daños microbiológicos por mal manejo durante y en la post recolección, por lo que es aconsejable mejorar las prácticas de producción y manipulación del producto, según se establece en manuales de Buenas Prácticas Agrícolas y de Higiene.

El almacenamiento en cámaras frigoríficas se debe realizar a temperaturas de 10°C (frutos maduros) y 13°C (frutos verdes), humedad relativa de 90 % a 95 % (NC, 2016).

En la empresa objeto de estudio, para la comercialización de la Fruta Bomba, es requisito obligatorio que la misma sea de clase extra y primera calidad, debido a que su destino final principal está dedicado al sector del turismo del país.

Etapa 4: Establecer los lotes

Para establecer los lotes se tuvo en cuenta el procedimiento específico que se propone para ello en este apartado, donde siguiendo dicha secuencia de pasos se tiene que:

1. Identificar los factores que inciden en la determinación de los lotes.

En este paso se procedió a aplicar el Método de Expertos para buscar el consenso entre los mismos sobre los factores que determinan la variabilidad entre los lotes arrojados por

la Tormenta de Ideas y el Diagrama Causa-Efecto desarrollados con anterioridad, quedando como siguen:

Tormenta de Ideas:

Situación: Determinar los factores que inciden en la variabilidad de las características de calidad de la materia prima para la identificación por los lotes de la misma.

Enunciado: ¿Cuáles pueden ser las causas de la variabilidad entre los lotes de materia prima que provienen de las diferentes CPA o CCS?

Lista parcial de ideas obtenidas:

- Respecto a la maquinaria empleada, la mayor influencia se encuentra en los medios que se emplean para transportar la materia prima que puede influir el tiempo de exposición de la fruta en dependencia del horario y la distancia a recorrer.
- La mano de obra debe exigir experiencia en las Brigadas de agricultores para una adecuada manipulación de las frutas.
- El mal desempeño del mantenimiento puede generar prácticas inadecuadas del manejo fitosanitario, acelerando el proceso de deterioro de la materia prima.
- Los métodos y estilos de trabajo empleados en el cultivo y recolección, determinan la manipulación y el tiempo de exposición.
- La calidad de la materia prima se determina por las particularidades del medio ambiente, los materiales, la calidad de las tierras y los abonos empleados, para el buen funcionamiento metabólico de las frutas.

Posteriormente con el fin de poder identificar las causas que influyen en la variabilidad de los lotes y teniendo las ideas generadas por el equipo de trabajo en la Tormenta de Ideas se empleó el Diagrama Causa-Efecto, como se muestra a continuación.

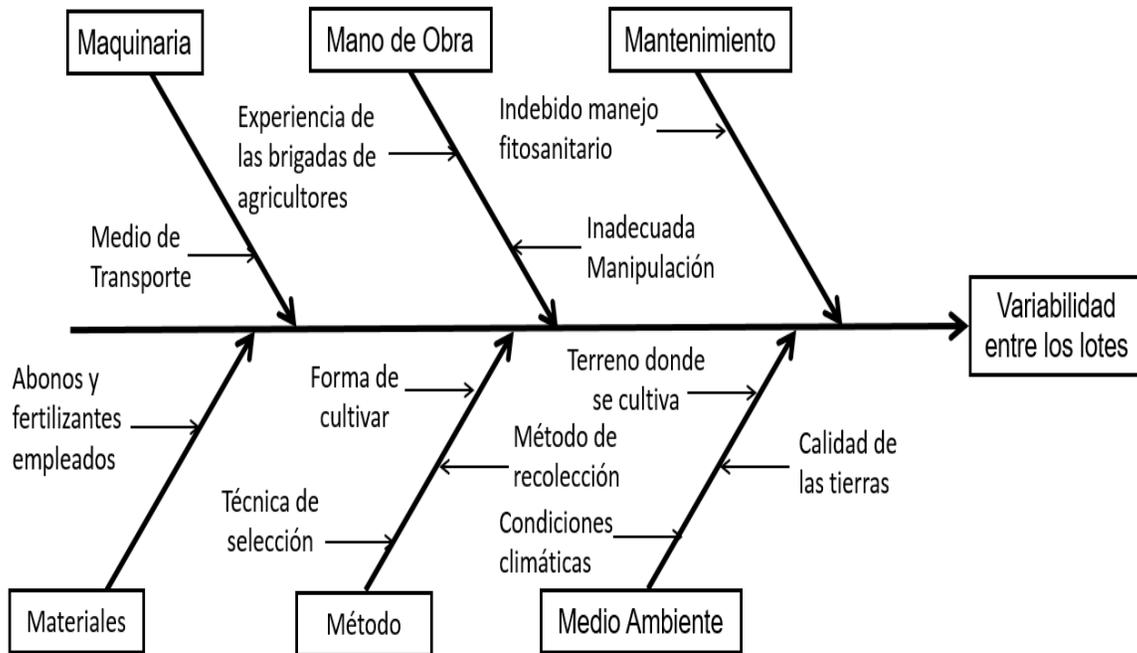


Figura 3.3: Diagrama Causa-Efecto para ver los factores que inciden en la variabilidad entre los lotes. Fuente: Elaboración propia.

De esta manera la descripción de los factores quedaría como sigue:

Maquinaria: están definido por el medio de transporte empleado para trasladar la fruta de las distintas CCS o CPA hasta la empresa.

Mano de Obra: se entiende como la experiencia de las brigadas de agricultores que realizan la actividad de recolección, especializados en los métodos y técnicas de trabajo para realizar dicha actividad.

Mantenimiento: queda definido por el manejo fitosanitario, que consiste en detectar o evitar las plagas, empleando diferentes químicos según el tipo de patógeno, aplicando el producto y la dosis exacta por hectárea.

Materiales: consiste en los abonos y fertilizantes empleados para la cosecha de la fruta.

Métodos y estilos de trabajo: están definidos por la forma de cultivar, el método de recolección empleado durante la recogida del fruto y la técnica de selección empleada, la cual está en dependencia de la fruta a recoger, en este caso (Fruta Bomba).

Medio Ambiente: incluye diferentes factores que determinan en primera instancia la calidad de la fruta, como el terreno donde se cultiva, la calidad de las tierras y las condiciones climáticas que inciden en el desarrollo de la fruta.

Según la NC (2016) establece que las papayas deberán haberse recolectado cuidadosamente con la madurez fisiológica siguiente:

- Verde hecha; color verde oscuro a verde brillante
- Rayona; color verde claro con una o varias vetas amarillo-naranja.

2. Identificación y etiquetado de los lotes.

Para la identificación y etiquetado de los lotes se identificaron las CPA o CCS de los cuales proviene la materia prima, el municipio de procedencia y la cantidad de unidades por cada CPA o CCS, para lo cual se diseñaron claves que identifican la información precisa de manera segura, como se muestra a continuación.

Tabla 3.3: Código de las CPA o CCS que suministran a la empresa.

Municipio	Código	Procedencia (CPA o CCS) por municipio	Código (MP)	Terminación del código
Cabaiguán	00	CCS Sergio Soto	01	000107
		CCS Rogelio Rojas	02	000207
		CCS Jorge Agustini	03	000307
Sancti Spíritus	11	CCS 10/11	04	110407
		CCS Humberto Castellanos	05	110507
Taguasco	22	CCS José Luis Tasende	06	220607
		CCS Obdulio Morales	07	220707
		CCS Leonel Barrios	08	220807
Fomento	33	CCS Mártires Vienes	09	330907
		CCS Armando Mestre	10	331007
Jatibonico	44	CCS Emilio Obregón (Armando Pérez)	11	441107
		CCS Emilio Obregón (Ciriaco Sanabria)	12	441207

Fuente: Elaboración propia.

Como el código de la provincia de Sancti Spíritus en 07, todos los lotes terminarán con esta numeración. Para el etiquetado de los lotes, se aplicará la Tabla 2.3.

3. Identificación de las materias primas

Para la identificación de la materia prima, teniendo en cuenta las frutas recolectadas por las diferentes CPA o CCS, se llevó el registro de los parámetros a través del Modelo Control de Identificación de la Materia Prima, como son:

- Fecha de recolección
- Proveedor

- Nombre de la fruta
- Hora de recogida
- Fecha de envío
- Hora de llegada a la empresa
- Puntuación QIM-NC
- Hora de llegada del camión
- Número del lote al que pertenece

El uso del modelo propuesto permitió sintetizar la información de forma clara y precisa. A continuación se muestran ejemplos específicos de la aplicación del mismo, donde se registran las identificaciones de las materias primas recogidas por la CCS Sergio Soto (Cabaiguán) el productor Miriam Sánchez durante el mes de mayo de 2017.

Tabla 3.4: Identificación de Lotes de Materia Prima recogida.

 Modelo de Control para la Identificación de la Materia Prima							MES: Mayo
Fecha de recolección en la CCS	Proveedor	Fruta	Hora de la recogida	Fecha de envío	Hora de llegada a la empresa	Puntuación QIM-NC	# de Lote
25/05/2017	CCS Sergio Soto	Fruta Bomba	7:00am	26/05/2017	8:30am	95	L-1:170525 F 000107
26/05/2017	CCS Humberto Castellanos	Fruta Bomba	8:15am	27/05/2017	9:00am	100	L-2:170526 F110507

Fuente: Elaboración propia.

El Modelo de Control para la Identificación de la Materia Prima constituye la documentación que acompaña a la materia prima recibida en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, el cual se emite de forma duplicada, el original queda en la empresa y la copia regresa a la CCS o CPA. A través de la puntuación dada por la aplicación del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del QIM y de la NC (2016), anexo #8. Se logra ofrecer una caracterización del estado o nivel de deterioro que presenta la materia prima, lo que a su vez, permite determinar el tiempo de vida útil de la misma y qué destino se le debe dar.

Además el modelo registra los códigos de los lotes que identifican la materia prima que se envía a la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, permitiendo tener localizada la información relacionada con la fecha, la fruta, la procedencia, el punto de recogida (CCS o CPA) que forman parte de los datos necesarios para la trazabilidad en recepción.

Etapa 5: Determinar el Diagrama del Sistema de Trazabilidad

El diagrama del sistema de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, teniendo en cuenta las particularidades de la Fruta Bomba y los principios de la trazabilidad, se define como se muestra en la (Figura 3.4).

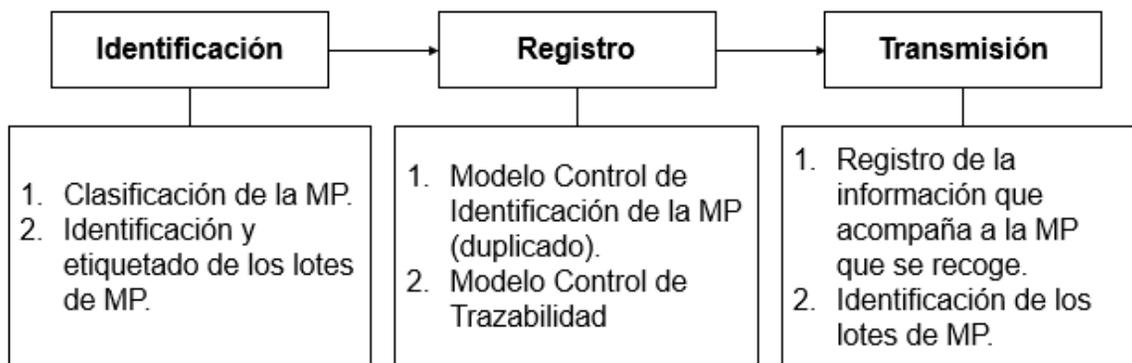


Figura 3.4: Diagrama de trazabilidad en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Elaboración propia

Identificación: Registro de la información referida a la MP durante la recepción en la CPA o CCS. De esta manera se podrá garantizar la clasificación y jerarquización para la entrada de ésta a la empresa.

Registro: Inicia con la recepción de la MP en la CPA o CCS, donde se registrará nombre de la fruta, cantidad, procedencia (CPA o CCS) que realizó la recolección, hora de recogida, fecha y otros datos de interés

Transmisión: Se asegurará mediante el registro de la información y la identificación de los lotes de MP, facilitándose, a través del Modelo Control para Identificación de la MP, los datos específicos que permitan conocer las características de la MP durante la recepción en empresa.

Etapa 6: Trazabilidad en la recepción y despacho

La Trazabilidad en Recepción se divide en dos partes coincidiendo con los momentos en que se recibe la MP recogida. Primeramente se origina la información de trazabilidad con la delimitación de los lotes y la identificación de la MP, como resultado del pesaje, la clasificación y la evaluación de la misma mediante el uso del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, al recibirse ésta en la CPA o CCS.

Un ejemplo muestra la información que debe acompañar la materia prima que se extrae y envía a la empresa, la cual es aportada por el proveedor y constituye la base para la realización de la Trazabilidad en Recepción. Primeramente la Tabla 3.4 utilizada para la identificación de lotes de materia prima recogida para el control de la información que acompaña a la materia prima (MP).

Posteriormente, se lleva a cabo el registro de la información mediante el modelo Control de Trazabilidad, el cual recoge los datos pertinentes para la jerarquización de la entrada de la materia prima a la empresa y la toma de decisiones oportunas como se ejemplifica a continuación.

Tabla 3.5: Control de Trazabilidad en Recepción (Lotes provenientes de las distintas CCS o CPA)

 CONTROL DE TRAZABILIDAD EN RECEPCIÓN						
EMPRESA: UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus					FOLIO: 01	
Fecha de llegada a la empresa	Hora	Fruta	Puntuación QIM-NC	Tiempo de exposición	No. Lote	Cantidad
26/05/2017	8:30am	Fruta Bomba	95	25h 30min	L-1:170525 F 000107	0,4 t
27/05/2017	9:00am	Fruta Bomba	100	25h 15min	L-2:170526 F110507	0,3 t

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El llenado de este modelo se complementa con los resultados de la aplicación del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del Método de los Índices de Calidad (QIM) y de la (NC, 2016), a su llegada a la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, para la toma de decisiones referentes al orden de prioridad y el destino que se le dará a la materia prima en función de las puntuaciones que tenga la calidad de la misma.

Al recibirse la materia prima en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, se solicita el registro de la información que acompaña a la misma (datos registrados en los modelos de Control para la Identificación de la Materia Prima y Control de Trazabilidad), auto seguido se verifica la aplicación del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, realizado en la CCS o CPA, para la comparación con el resultado de la posterior aplicación del mismo, donde se generará una nueva “Puntuación”, que puede o no, coincidir con la dada en la CCS o CPA y que contribuirá a la toma de decisiones para

determinar el orden de prioridad para el procesamiento industrial y qué surtido obtener según el deterioro de la materia prima.

Etapa 7: Toma de decisión

Primeramente en el anexo #7 se determinó el orden de prioridad de las características de calidad de la Fruta Bomba utilizándose para ello el coeficiente de concordancia de Kendall (Siegel, 1987). Como resultado de este método quedaron como las dos principales características de calidad, el cumplimiento de las Categorías Extra y I, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 3.6: Características de las Categoría Extra y I.

Categoría Extra		Categoría I	
Características	Calidad superior	Características	Buena calidad, de tipo comercial
	No tener defectos que afecten su calidad, conservación y presentación del producto		Defectos leves de forma
	El peso mínimo será de 1Kg		Defectos leves en la piel que no exceda el 10% de la superficie total.
Color	Completamente verde	Color	Rayona: Con vetas amarillas
			Completamente verde

Fuente: Elaboración propia, adaptado NC (2016).

Con el total de los puntos quedarían identificados de la siguiente forma: NO SALUDABLE (< 70 puntos) criterios de calidad negativos. La categoría de NECESITA CAMBIOS (71 a 84 puntos), resulta cuando no se cumple con todos los requisitos pero no representan daños para el consumidor. La categoría APTA (80 o más puntos) es aquella que muestra que posee características de consumo adecuadas y criterios de calidad positivos. En el anexo #8 se explica el Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del QIM y de la (NC, 2016).

La toma de decisiones oportunas sobre el orden de prioridad que se le da a la MP recibida en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus, para el procesamiento industrial y la obtención de los diferentes surtidos, se orientó sobre los resultados de la puntuación alcanzada por la aplicación del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba,

anexo #8, para determinar si el lote puede o no ser aceptado, y el tiempo restante de ciclo de vida de la materia prima, pretendiendo de esta manera conocer el nivel de deterioro de la misma.

No obstante, como se encuentra en fase de estudio el desarrollo del método propuesto para las materias primas provenientes de las distintas CCS o CPA de las frutas (Mango, Guayaba, Fruta Bomba, Aguacate, Piña) es necesario su posterior revisión para un control del mismo.

Con esta información ya se favorece la toma de decisiones, pues el método propicia el conocimiento oportuno del deterioro de las características de calidad que presenta la MP, así la misma que muestre un avanzado deterioro, aunque no haya perdido totalmente la inocuidad, puede destinarse a la producción de surtidos que impliquen la cocción o precocción de la misma, lo cual eliminaría los principales peligros asociados al crecimiento microbiano.

De forma ilustrativa se muestra un ejemplo donde se registra la información correspondiente a la Trazabilidad, mediante el modelo que se propuso para ello una vez aplicado el Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba en la UEB Frutas Selectas Sancti Spiritus para el análisis de lotes de materia prima recibidos.

Tabla 3.6: Información de trazabilidad correspondiente a los lotes analizados mediante el Método de los Índices de Calidad.

 CONTROL DE TRAZABILIDAD EN DESPACHO							
EMPRESA: UEB Frutas Selectas Sancti Spiritus					FOLIO: 01		
Fecha de salida de la empresa	Hora	Fruta	Puntuación	Tiempo de exposición	No. Lote	Cantidad	Destino
29/05/2017	8:30am	Fruta Bomba	95	97h ^{30min}	L-1:170525 F 000107	0,2 t	Hotel Canadá

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES GENERALES

1. En la bibliografía consultada se comprobó que existen diferentes aspectos que provocan las pérdidas o desperdicio de variedades de frutas que afectan la economía del país. Estos pueden estar influenciados por el cambio climático, el tiempo que se pierde para transportar y entregar el producto fresco, la no aplicación de buenas prácticas, etc.
2. El procedimiento empleado para el desarrollo de la investigación, permitió definir los factores que influyen en la calidad de la Fruta Bomba. De esta manera, poder lotificar la materia prima proveniente de las distintas (CCS o CPA) que arriban a la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Facilitando la trazabilidad, mediante el registro de la información, la identificación de la MP por lotes y la transmisión de los datos hacia todas las actividades del proceso logístico de aprovisionamiento para tomar de decisiones oportunas.
3. El Método de Índices de Calidad (QIM), en conjunto con la (NC, 2016) permitieron la elaboración de un modelo que posibilita identificar las principales características de calidad, para la Fruta Bomba en la entidad, quedando establecidos los rangos para la aceptación o no, del lote que se recibe y el tiempo de vida de la MP. La implementación parcial del procedimiento propuesto, crea las condiciones para la toma de decisiones. Sin embargo, este modelo es específico para la Fruta Bomba (Maradol Roja) que es la que se comercializa en la misma.
4. Se diseñó un sistema de trazabilidad que le permite a la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus identificar los lotes, poder comprobar en cualquier parte de la cadena quien es su proveedor y estar al corriente del ciclo de vida que le queda a la Fruta Bomba.

RECOMENDACIONES:

1. Culminar la implementación del procedimiento propuesto, mediante la utilización del Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del QIM y de la (NC, 2016)
2. El Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, está diseñado específicamente para la Fruta Bomba pero se le pueden realizar algunas modificaciones para poder ser usado en la implementación de otras frutas, evaluando las características de cada una.
3. Para su posterior utilización se recomienda capacitar a los trabajadores, incluyendo los choferes que son los primeros en recibir la materia prima como a los trabajadores que radican en las distintas (CCS o CPA) y en la UEB de Frutas Selectas Sancti Spíritus.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J, Urquiaga, A, & Gómez, M. (2001). Gestión de la cadena de suministro.
- 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.
- ALIMENTARIA, MINISTERIO DE LA INDUSTRIA. (2012). INSTRUCCIONES GENERALES HIGIÉNICO – SANITARIAS Y TECNOLÓGICAS PARA LA PEQUEÑA INDUSTRIA PRODUCTORA DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN CONSERVA.
- Alonso, R, & Grocin, S. (2006). Guía básica de gestión de trazabilidad en el sector alimentario de Navarra.
- Altieri, Miguel A., & Funes Monzote, Fernando R. (2012). La paradoja de la agricultura cubana. *CEPRID*.
- Arango, J. (2015). *Implementación de Lean Manufacturing en el sector hotelero de la ciudad de Medellín*. Universidad EAFIT.
- Arispe, I. (2007). Inocuidad y calidad: requisitos indispensables para la protección de la salud de los consumidores. *Agroalimentaria*(24), 105-118.
- Autores, Colectivo de. (2011a). Instructivo técnico para el cultivo de la guayaba.
- Autores, Colectivo de. (2011b). Instructivo técnico para el cultivo de la papaya.
- Autores, Colectivo de. (2011c). Instructivo técnico para el cultivo del mango.
- Ávila, G, Sánchez, E, Muñoz, E, Martínez, L, & Villalobos, E. (2008). Diagnóstico de la calidad microbiológica de frutas y hortalizas en Chihuahua, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 77, 129-136.
- Bellon, L. (2001). *Calidad total: qué la promueve, qué la inhibe*: Panorama Editorial.
- Bernardi, D, Mársico, E, & Queiroz, M. (2013). Quality Index Method (QIM) to assess the freshness and shelf life of fish. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 56(4), 587-598.
- Billar dos Santos, A, Kushida, M, Macedo, E, & Lapa, J. (2014). Development of Quality Index Method (QIM) scheme for Acoupa weakfish (< i> Cynoscion acoupa</i>). *LWT-Food Science and Technology*, 57(1), 267-275.
- Botta, J. (1995). *Evaluation of seafood freshness quality*: John Wiley & Sons.
- Cazar, I. (2016). Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas.
- Cuatrecasas, L, & Olivella, J (2005). *Herramientas e indicadores de control para la mejora de un proceso de acuerdo con los principios de la producción lean*. Paper presented at the IX Congreso de Ingeniería de Organización, Gijón.
- Denis, Y. (2016). Diseño de un procedimiento en la logística de aprovisionamiento a la industria pesquera acuícola.
- FAO. (2011). La Seguridad Alimentaria: Información para la toma de decisiones.
- FAO. (2014). PDF Frutas y Hortalizas.
- FAO. (2015). Perdidas y desperdicio de alimentos en America Latina y el Caribe.
- Figueroa, V, & García, J. (2007). *El mercado agropecuario de alimentos en la transición al socialismo en Cuba*. Santa Clara: Feijóo.
- Folinas, D, Aidonis, D, Triantafillou, D, & Malindretos, G. (2013). Exploring the greening of the food supply chain with lean thinking techniques. *Procedia Technology*, 8, 416-424.
- García, A. (2013). *El sector agropecuario, el desarrollo económico y su vínculo con el sector externo: el caso cubano*. La Habana: CEEC.
- Gaspar, D, & Perez, A. (2015). Implantación del Lean Manufacturing en una estación de reparaciones aeronáutica.

- González. (2009). Modelos de evaluación de la calidad orientados a la mejora de las instituciones educativas.
- González, M. (2013). Los efectos de las transformaciones agrícolas en los antiguos países socialistas: Algunas consideraciones para Cuba.
- Guanopatin, G, & Carolina, S. (2015). *Evaluación del comportamiento en poscosecha de zanahoria amarilla con 3 tiempos de hidrocóling, 2 atmósferas modificadas y 3 temperaturas de almacenamiento en el ceypsa Universidad Técnica de Cotopaxi provincia de Cotopaxi. LATACUNGA/UTC/2015.*
- Gustavsson, J, Sonneson, U, Van Otterdijk, R, & Meybeck, A. (2011). Perdida y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevencion: FAO, Roma (Italia). Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg (Suecia).
- Henríquez, G, Pineda, G, & Portillo, J. (2007). *Diseño de un modelo de aplicación del sistema Lean Management (Administración esbelta), para las pequeñas y medianas empresas del subsector turismo, en la rama hotelería de El Salvador.* Universidad de El Salvador.
- Hernández, Rodolfo, Crettaz, Marylaure, Posas, Ana, & Pereira, José Luis. (2014). Innovación agropecuaria y desarrollo territorial *Avances temáticos en el proceso de intercambio e interaprendizaje: Resultados del proceso del Grupo de Innovación de Cuba.* La Habana, Cuba: Grupo Nacional de Innovación de Cuba.
- Herrera, M. (2014). Perspectiva de trazabilidad en la cadena de suministros de frutas: un enfoque desde la dinámica de sistemas.
- HLPE. (2014). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles *Un informe del Grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial.* Roma, 2014.
- Hurtado de Mendoza, F. (2003). "Cómo seleccionar los expertos".
- Hyldig, G, & Green, D. (2004). Quality Index Method—An objective tool for determination of sensory quality. *Journal of Aquatic Food Product Technology, 13(4), 71-80.*
- ISO. (2005). ISO 22000: 2005 Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria.
- ISO. (2015). ISO: 9000:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad. Fundamentos y vocabulario.
- Lemma, Y, Kitaw, D, & Gulelat, G. (2014). Loss in Perishable Food Supply Chain: An Optimization Approach Literature Review. *International Journal of Scientific & Engineering Research, 5(5).*
- Lipinski, B, Hanson, C, Lomax, J, Kitinoja, L, Waite, R, & Searchinger, T. (2013). Reducing food loss and waste. *World Resources Institute Working Paper, June.*
- Maldonado, G. (2008). *Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad.*
- Meraz, L. (2014). Desarrollo, globalización, competitividad y sustentabilidad: ¿ avance o retroceso? *Nómadas, 44(4), 1.*
- Montagut, X, & Gascón, J. (2014). *Alimentos desperdiciados.* Barcelona: Icaria Editorial.
- Morgado, M, Portal, N, Pérez, D, Pérez, G, Ávila, M, & Cepero, R. (2013). Calidad microbiológica y sensorial de rodajas de fruta bomba (carga papaya I) cultivar maradol roja deshidratadas y almacenadas a temperatura ambiente con cinco meses de vida útil. *Universidad&Ciencia, 2(1).*
- Navarrete, A. N., & Triana, C. O. (2004). *Modelo de aplicación de herramientas de manufactura esbelta desde el desarrollo y mejoramiento de la calidad en el sistema de producción de Americana de Colchones.* PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá, Colombia. Retrieved from <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis66.pdf>
- NC. (2006a). NC 453: 2006 Alimentación colectiva. Requisitos sanitarios generales.

- NC. (2006b). NC 471: 2006 Nutrición e higiene de los alimentos. Términos y definiciones.
- NC. (2008). ISO 22005: 2008 Trazabilidad de la cadena alimentaria. Principios generales y requisitos fundamentales para el diseño y la implementación del sistema.
- NC. (2016). NC 444: 2016, Papaya. Especificaciones.
- Negi, S, & Anand, N. (2015). Issues and Challenges in the Supply Chain of Fruits & Vegetables Sector in India: a review. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 6(2). doi: 10.5121/ijmvsc.2015.6205
- Negi, S, & Anand, N. (2016). Factors Leading to Losses and Wastage in the Supply Chain of Fruits and Vegetables Sector in India. *Energy, Infrastructure and Transportation Challenges and Way Forward, I*, 80-105.
- Nova, A. (2008). La importancia del sector agropecuario en la economía. *NUEVA SOCIEDAD*(216), 13.
- Nova, A. (2010). *La cadena agro-comercializadora en el Sector Agropecuario I*. La Habana: Ciencias Sociales.
- Nova, A. (2012). *Impacto de los Lineamientos de la Política Económico y Social en la producción nacional de alimentos*. La Habana: CEEC.
- ONEI, Oficina Nacional de Estadística e Información. (2016). Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. *Anuario Estadístico de Cuba 2015*.
- PCC, Comisión de Implementación de Lineamientos del VI Congreso del. (2011). *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución 2011-2015*. La Habana, Cuba.
- Portal, L. (2016). Procedimiento para localización de plantas de deshidratación de frutas en la provincia de Sancti Spíritus
- Rangel, M, & López, A. (2012). Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmósfera modificada durante su almacenamiento en refrigeración. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 94-109.
- Reyes, P. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. *Contaduría y administración*, 205, 51-69.
- Rijpkema, W, Rossi, R, & Van der Vorst, J. (2011). Effective use of product quality information in meat processing.
- Rodrigo, L. (2012). RELATORÍA DE LA SESIÓN “INOCUIDAD DE FRUTAS Y HORTALIZAS”. *Alimentos Hoy*, 21(25), 36-40.
- Rodríguez, A, Guzmán, E, & Escalona, A. (2005). Peligros biológicos e inocuidad de alimentos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 6(9), 1-5.
- Rodríguez, E. (2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170.
- Rodríguez, J, Díaz, Y, Pérez, A, Natali, Z, & Rodríguez, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (Carica papaya L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 36-44.
- Ruiz, A. (2015). *Estudio e Implantación de mejoras en un contexto de Lean Manufacturing en la empresa Nova Fuente*. España/Universidad Autónoma de Barcelona/2015.
- Shukla, Manish, & Jharkharia, Sanjay. (2013). Agri-fresh produce supply chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(2), 114-158.
- Siegel. (1987). Diseño experimental no paramétrico. *Mc Graw Hill*, 4.
- Sjögren, P. (2014). Usefulness of lean as a sustainable strategy in food supply chains.
- Sylvia, G. (2015). Evaluación del comportamiento en poscosecha de zanahoria amarilla con 3 tiempos de hidrocooling, 2

atmósferas modificadas y 3 temperaturas de almacenamiento en el ceypsa universidad tecnica de cotopaxi provincia de cotopaxi.

- Torres, R, Montes, E, Pérez, O, & Andrade, R. (2013). Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información tecnológica*, 24(3), 51-56.
- TRACE-I, Proyecto. (2003). Implementación de Trazabilidad EAN•UCC.
- Ugochukwu, P, Engström, J, & Langstrand, J. (2012). Lean in the supply chain: a literature review. *Management and production engineering review*, 3(4), 87-96.
- Umaña, G, Loría, C, & Gómez, J. (2011). Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 61-73.
- USDA. (1995). Métodos para el cuidado de alimentos perecederos durante el transporte por camiones.
- 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
- Villarino, L, Martínez, R, & Campos, B. (2015). Las miniindustrias en la agricultura: un medio para minimizar el impacto negativo del cambio climático.
- Vizán, A, & Hernández, J. (2013). Lean manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. *MADRID: FUNDACIÓN EOI*.
- Yam, J, Villaseñor, C, Romantchik, E, Soto, M, & Peña, M. (2010). Una revisión sobre la importancia del fruto de Guayaba (*Psidium guajava* L.) y sus principales características en la postcosecha. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(4), 74-82.
- Yugcha, J, & Zorto, D. (2010). *Efecto de la variedad y tratamiento térmico en las características físicas, químicas y sensoriales del mango (Mangifera indica L) verde en salmuera*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2012.

ANEXOS

Anexo # 1: Normas obligatorias para garantizar la inocuidad de los alimentos.

Categoría:	Norma:
Regulaciones sanitarias y de higiene	NC 143: 2010, Código de Prácticas. Principios Generales de Higiene de los Alimentos. NC 109: 2010, Conservas Alimenticias. Requisitos Sanitarios Generales. NC 277: 2010, Aditivos Alimentarios. Regulaciones Sanitarias.
Regulaciones de manipulación, transporte y almacenamiento	NC 452: 2006, Envases. Embalajes y Medios Auxiliares. Requisitos Sanitarios Generales. NC 454: 2006, Transportación de Alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. NC 455: 2006, Manipulación de Alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. NC 456: 2006, Equipos y Utensilios en Contacto con los Alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. NC 492: 2006, Almacenamiento de Alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. NC 513: 2007, Código de Prácticas de higiene para frutas y hortalizas. NC 108: 2010, Norma General de etiquetado de alimentos. NC-ISO 22000:2005, Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria Instrucción M-11/2012 Ministerio de la Industria Alimentaria
Tratamiento de residuales	Ley Nº 81 de Medio Ambiente. Capítulo III, Licencia Ambiental. NC 134: 2002, Residuos sólidos urbanos. Tratamiento. Requisitos higiénico – sanitarios y ambientales.

	NC 27:1999, Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones.
Requisitos constructivos, limpieza y saneamiento de locales	NC 488: 2010, Limpieza y Desinfección en la Cadena Alimentaria. Procedimientos Generales. NC 107: 2001, Saneamiento Básico de los Locales. NC 512: 2007, Proyecto y Construcción de Establecimientos. Requisitos Sanitarios Generales.
Requisitos sanitarios para evitar la contaminación de los alimentos.	NC 585: 2010, Contaminantes microbiológicos en alimentos. Requisitos sanitarios. NC 493:2008, Contaminantes metálicos en alimentos. Requisitos sanitarios. NC 827:2010, Higiene Comunal. Agua Potable. Requisitos sanitarios para evitar la contaminación de los alimentos

Fuente: (ALIMENTARIA, 2012).

Anexo # 2: Actividades fundamentales y secundarias, derivadas del Objeto Social principal. Fuente: UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.



Resolución No.47/16

ACTIVIDADES DE APOYO.

- a) Brindar servicios de mano de obra para trabajos de carpintería y de construcción a los trabajadores.
- b) Brindar servicios de pesaje.
- c) Brindar servicios de parqueo.
- d) Brindar servicios de transporte de personal
- e) Brindar servicios de transporte de cargas, a través de las Agencias de Cargas de municipios y provincias
- f) Comercializar a los trabajadores de la empresa, productos agropecuarios, según lo aprobado en el Convenio Colectivo de trabajo
- g) Comercializar a través de la Tienda de Estímulos los productos aprobados.
- h) Comercialización de productos agropecuarios en ferias y eventos afines.
- i) Comercializar a las diferentes formas productivas insumos que forman parte del paquete tecnológico de los cultivos, incluidos envases para su acopio.
- j) Comercializar a las diferentes formas productivas materias primas y materiales para el procesamiento agroindustrial, incluido los envases y etiquetas

NOMENCLADOR DE PRODUCTOS A COMERCIALIZAR

- 1. Insumos que forman parte del paquete tecnológico de los cultivos.
 - a. Fertilizantes
 - b. Productos químicos
 - c. Semillas
 - d. Envases
 - e. Herramientas y medios agrícolas de mano, así como medios de protección individual.

- 2. Materias primas y materiales para el procesamiento agroindustrial, incluidos:

- a. Envases y etiquetas
 - b. Azúcar, sal, vinagre, vino seco
 - c. Productos químicos (Conservantes y estabilizadores)
 - d. Materiales de empaque (envases, etiquetas, nylon)
 - e. Moldes
 - f. Pastas
3. Miel y sus derivados
 4. Productos de higiene y limpieza.
 5. Cosméticos Naturales
 6. Derivados del Almidón de Maíz.

ACTIVIDAD EVENTUAL

- a) Comercializar de productos o material reciclable al sistema de la Unión de Empresas de Recuperación de Materias primas
- b) Brindar servicios de arrendamiento de áreas y locales con alimentación y equipamiento asociado, excepto para oficinas.
- c) Brindar servicios de recreación con alimentación asociada a los trabajadores de la entidad

Anexo # 3: Resumen de los proveedores de frutas.

UEB Frutas Selectas Sancti Spiritus Sancti Spiritus					
Cartera de Proveedores					
Sub Centro	Base Productiva	Productor	Cultivo	Cantdt/t	
Cabaiguán	CCS Sergio Soto	Miriam Sánchez	F.Bomba	8	
	CCS Rogelio Rojas	Argenis	F.Bomba	4	
	CCS Jorge Agustini	Raúl Nápoles	F.Bomba	3,5	
			Guayaba	2	
Sancti Spiritus	CCS 10/11	Orlando Pérez G	F.Bomba	2,5	
		Alexis Román	Mango	5	
	CCS Heriberto Orellanes	Alexis Lumpuy Roca	Piña	4	
	CCS Joe Westbrook	Gerardo Hdez	Piña	15	
	UBPC Serafín Sánchez		Mango	3	
	CCS Humberto Castellanos	Carlos Mtz	F.Bomba	4	
	CCS El Granma	Enrique	Mango	2	
Taguasco	CCS José Luis Tasende	José Lino López	F.Bomba	2	
			F.Bomba	2	
	CCS Leonel Barrios	Osvaldo Cruz García	Guayaba	2	
			F.Bomba	10	
Fomento	CCS Mártires Fmlia Vienes	Osvaldo Cancio	Guayaba	5	
			Mango	5	
		Daniel Serrano	Guayaba	5	
			Piña	5,5	
		Fermín Iglesias	Richard Guerra	Mango	2
				Guayaba	5
		Francisco Pedraza		F.Bomba	21
		CCS Armando Mestre	Vladimir Marcilla	Aguacate	8
Jatibonico	CCS Emilio Obregón	Armando Pérez	Guayaba	5	
			F.Bomba	4	
		Alexis Pozo	Mango	2	
		Ciriaco Sanabria	Mango	2	
			Guayaba	5	
			F.Bomba	10	
			Aguacate	2,2	
CCS Manuel Isla	Juan Veloso	Piña	12		
La Sierpe	UEB Alfredo Calzada		Guayaba	72	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo # 4: Listado de los clientes de la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Cliente (MN)	Cliente (cuc)
TRAZMEC Empresa Transporte y Servicio de Mecanización	ECOMED
EPIA Vladislav Volkov	Marina Marlin
Alimentaria Minit	Dirección Provincial ANAP
Empresa de Porcino	universidad José Martí
Comité Provincial UJC	Topes de Collantes
UBPC Tuinucú	Iberostar
Acopio Sancti Spíritus	Empresa Azucarera
Aseguramiento y servicio Minagri	Empresa proyectos
Empresa Provincial Materiales de La Construcción	TRANSMET
Empresa Municipal Alimentación Pública y Alojamiento	Cultivos varios la Cuba
Gases Industriales	Centro de biotecnología
Politécnico Capitán Silverio Blanco	Construcciones eléctricas
Centro Meteorológico Provincial	Ciencias Médicas
Fiscalía Provincial	Hotel las Cuevas
Unidad Territorial de Normalización	Villa de Recreo María Dolores
Poder Popular Municipal Taguasco	Complejo Cubanacan Trinidad del Mar
Tribunal Provincial	La cubanita
Sanidad Vegetal	División Izlasul
UEB Ángel Montejo	Empresa Camiones
Empresa Ing.Serv.Tec.Azucareros TECNOAZUCAR	Aldaba
Poder Popular Municipal	Fabrica de Cigaro Trinidad
Empresa Comercializadora del tabaco en Rama	Papelera Pulpa Cuba
Centro de Ingeniería genética y Biotecnología	UEB Siguaney
CDR Provincial	Comercializadora de Tabaco en rama
Comité Provincial de PCC	Aeropuerto
Villa Rosalba	Tecno azúcar
Filial Ciencias Medicas	Empresa Servicio Trabajadores
Empresa Recuperación de Materias Primas	Servicio y abastecimiento educación
UEB Apícola Sancti Spíritus	Materias Primas
ANEC	Empresa Gráfica
Sanatorio La Rosita	BPA
Empresa de Campismo Popular	CIS La PEDRERA
Empresa Provincial Industria Alimentaria	Conservación y Restaurante Trinidad
Empresa Provincial y Comrc.de Semillas	Estación Experimental del Tabaco
UBPC Sabanilla	Gases Industriales
IPI Armando de la Rosa	Cultivos Varios Camarón
Asociación Culinaria de Sancti Spíritus	Papelera Jatibonico
CAI Arrocerero Sur del Jíbaro	Transporte Escolares
Banco Popular de ahorro	Acueducto y Alcantarillado

UEB Proyectos Agropecuarios	Empresa Cemento Siguaney
Dirección Provincial de Servicios Comunes	Empresa Avícola
Empresa Provincial de Alojamiento Sancti Spíritus	
LABIOFAM	
Hospital Provincial Camilo Cienfuegos	
CTC Provincial	
Empresa Suministros y Transporte Agropecuarios	
U/P Poder Popular Provincial	
Cítricos Caribe S.A Cienfuegos	
Empresa Cultivo Camarón Cultizaza	
Escuela Provincial de Capacitación	
Dirección ANAP Provincial	
Universidad de Sancti Spíritus José Martí	
Empresa Servicios de Trabajadores	
U/P Provincial de Instituciones Educativas	
Empresa Gráfica Sancti Spíritus	
Servicios Generales INRE	
EGAME	
Dirección Provincial Vivienda	
Prisión Provincial	
UP Municipal Salud Pública	
Unidad Básica Comercial	
Universidad Ciencias Médicas	
Empresa Avícola UEB SERV.INTERNOS	
Empresa Provincial abastecimiento técnico material	
EIMA Sancti Spíritus	
La cubanita	
Aseguramiento y logística Sancti Spíritus CITMA	
Empresa azucarera Sancti Spíritus UEB Servicios Generales	

Fuente: UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus.

Anexo # 5: Aplicación del Método de expertos para confeccionar el equipo de trabajo para la investigación. Fuente: Hurtado de Mendoza (2003).

- Listado inicial de las personas que cumplen con los requisitos para ser expertos.

Código del experto	Posibles expertos en la investigación
1	Jefe ,CCS Humberto Castellanos, Sancti Spíritus
2	Especialista C en Gestión Comercial (Especialista Principal de Compras)
3	Técnico de Gestión Comercial (especialista)
4	Especialista C en Gestión de la Calidad
5	Técnico A en Gestión de Recursos Humanos
6	Operario Agropecuario
7	Balancista Distribuidor
8	Operario de Equipo Ligero para la Agricultura
9	Técnico en Acopio de Productos Agropecuarios
10	Recibidor chequeador de cargas
11	Dependiente Estibador Productos Agropecuarios
12	Operario Agroindustrial

Determinación del coeficiente de conocimiento Kcj

- Autoevaluación de los expertos para el cálculo de Kcj

Código del experto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1							x			
2								x		
3							x			
4									x	
5		x								
6							x			
7					x					
8				x						
9									x	
10		x								
11			x							
12							x			

- 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	0,8	0,7	0,9	0,2	0,7	0,5	0,4	0,9	0,2	0,3	0,7

Resultados del cálculo de K_a

Expertos	I1	I2	I3	I4	I5	I6	K _a
1	0,21	0,24	0,10	0,04	0,05	0,14	0,78
2	0,27	0,24	0,10	0,04	0,05	0,14	0,84
3	0,21	0,22	0,10	0,04	0,07	0,18	0,82
4	0,21	0,24	0,10	0,04	0,07	0,14	0,80
5	0,13	0,22	0,10	0,04	0,07	0,10	0,66
6	0,21	0,24	0,10	0,06	0,07	0,14	0,82
7	0,13	0,22	0,10	0,06	0,07	0,10	0,68
8	0,21	0,22	0,10	0,04	0,05	0,14	0,76
9	0,27	0,24	0,10	0,08	0,09	0,18	0,96
10	0,13	0,22	0,10	0,04	0,07	0,14	0,70
11	0,21	0,22	0,10	0,04	0,05	0,14	0,76
12	0,27	0,24	0,10	0,08	0,09	0,14	0,92

Cálculo del coeficiente de competencia (K)	Valoración de k
$K_1=0.5*(0.7+0.78)=0.74$	Coeficiente de competencia medio
$K_2=0.5*(0.8+0.84)=0.82$	Coeficiente de competencia alto
$K_3=0.5*(0.7+0.82)=0.76$	Coeficiente de competencia medio
$K_4=0.5*(0.9+0.8)=0.85$	Coeficiente de competencia alto
$K_5=0.5*(0.2+0.66)=0.43$	Coeficiente de competencia bajo
$K_6=0.5*(0.7+0.82)=0.76$	Coeficiente de competencia medio
$K_7=0.5*(0.5+0.68)=0.59$	Coeficiente de competencia medio
$K_8=0.5*(0.4+0.76)=0.58$	Coeficiente de competencia medio
$K_9=0.5*(0.9+0.96)=0.93$	Coeficiente de competencia alto
$K_{10}=0.5*(0.2+0.7)=0.45$	Coeficiente de competencia bajo
$K_{11}=0.5*(0.3+0.76)=0.53$	Coeficiente de competencia medio

$$K_{12}=0.5*(0.7+0.92)=0.81$$

Coeficiente de competencia alto

Determinación del coeficiente k: Valor k para los expertos potenciales

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

- nivel de precisión deseado ($i = 0.1$);
- nivel de confianza (99%);
- proporción estimada de errores de los expertos ($p = 0,01$)
- constante cuyo valor está asociado al nivel de confianza elegido ($k = 6.6564$)

Finalmente se calcula el número de expertos necesarios:

$$M = \frac{p * (1 - p) * K}{i^2} = \frac{0,01 (1 - 0,01) * 6,6564}{0,1^2} = 6,5898$$

Obteniéndose un valor de $M=6,5898 \approx 7$ expertos, decidiéndose entonces trabajar con un total de 7 expertos. Teniendo en consideración este análisis lo ideal es que todos tengan calificación de competencia alta, pero solo 4 de los 12 posibles expertos poseen esa calificación según resultados del método. De los 8 que tienen calificación media, se toman los de mayor puntuación, quedando fuera los expertos (de forma general) 1; 3 y 6, quedando conformado el equipo de trabajo para la investigación según se muestra a continuación.

Datos de los expertos seleccionados.

Código del experto	Ocupación
1	Jefe ,CCS Humberto Castellanos, Sancti Spíritus
2	Especialista C en Gestión Comercial (Especialista Principal de Compras)
3	Técnico de Gestión Comercial (especialista)
4	Especialista C en Gestión de la Calidad
6	Operario Agropecuario
9	Técnico en Acopio de Productos Agropecuarios
12	Operario Agroindustrial

Anexo # 6: Ficha del Proceso Logístico de Aprovisionamiento y Distribución en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus. Fuente: Medina León, et al (2013).

Ficha del proceso				
Nombre del proceso: Logística de aprovisionamiento			Fecha: 25 de mayo 2017	
Tipo de proceso: Apoyo			Responsable: Director de Logística	
Alcance	Inicio: Recogida de la Materia Prima (MP) Incluye: Transporte Fin: Recepción de la Materia Prima en empresa			
Especificaciones del proceso: elementos de entrada				
Entrada: Materia Prima (Fruta Bomba verde), Insumos (cajas plásticas), Recursos Humanos, Recursos Materiales (medios de transporte), Información.			Suministradores: CCS Sergio Soto	
Especificaciones del proceso: elementos de salida				
Salidas: Materia Prima (Fruta Bomba verde)			Destinatarios/Clientes: UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus	
Documentación utilizada		Aspectos legales	Registros y formatos	
Procedimiento operacional de trabajo		NC 444: 2016 y Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba	Registros de Puntos Críticos de Control (PCC) y de Puntos de Control de Defectos (PCD)	
Descripción: se muestra en forma de diagrama de flujo en la figura 2.2.				
Control de la calidad por actividad				
Operación	Control	Objetivo	Responsable	Referencia
Transporte		Traslado de la MP	Choferes	Procedimiento operacional de trabajo
Recepción de la MP en la UEB Frutas Selectas Sancti Spíritus	Al 100%	Recibir la materia prima recogida	Especialista C en Gestión de la calidad	Procedimiento operacional de trabajo
Indicadores: Cumplimiento del plan				
Revisión de la información				
Preparada por: Ing. Maidelys Orozco Cardoso			Revisada por: Director Logístico	

Anexo # 7: Orden de prioridad de las características de calidad de la Fruta Bomba utilizándose para ello el coeficiente de concordancia de Kendall (Siegel, 1987).

Para cumplir con lo anterior cada experto analiza las características y las clasifica según su juicio por orden de importancia asignándole valores. Estos valores 1, 2,..., n pertenecientes al conjunto de números naturales. Para valorar la concordancia de los expertos se construye una Tabla 1 con el resultado de la evaluación de los mismos.

Expertos Problemas	1	...	n	ΣA_{ij}	T	Δ	Δ^2	Clasificación
1								
...								
N								

Tabla 1: Clasificación de los problemas. (Fuente: Elaboración propia).

Con el resultado de la evaluación de los expertos, se procede a determinar si es o no confiable el mismo mediante la siguiente ecuación:

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{M^2(K^3 - K)}$$

$$\Delta = \sum_{j=1}^M A_{ij} - T$$

$$T = \frac{1}{2} M(K + 1)$$

Donde:

M = Número de expertos

K = Número de propiedades o índice a evaluar

Δ = Desviación del valor medio de los juicios emitidos

T = Factor de comparación

A_{ij} = Juicio de importancia del índice i dado por el experto j.

ΣA_{ij} = es la suma de los criterios de los expertos con relación a un indicador, los que ocupan los primeros lugares tienen ΣA_{ij} y son éstos los que después de restar T quedan con un valor negativo, esto se corresponde con los más importantes.

W debe estar entre (1.....0), en ese rango, hay autores que plantean que:

(0.49-----0.0) no es confiable

(1.00-----0.5) es confiable

La evaluación de la concordancia de los expertos sobre el orden de prioridad de los problemas, se realiza por el estadígrafo S o X^2 , en dependencia de la cantidad de deficiencias (K) que se analicen, si $K \leq 7$, se utiliza la tabla de Friedman (Siegel, 1987) , para $k > 7$, se determina en la tabla X^2 .

Si $k > 7$ (No. De índices) se calcula el estadígrafo: $X^2 = M(K - 1) \times W$ y se plantea la siguiente hipótesis:

H_1 : El juicio es consistente.

H_0 : El juicio no es consistente.

Si el valor del estadígrafo cumple la restricción: Región Crítica: $X^2 > X^2_{\alpha, K-1}$ se rechaza la hipótesis nula.

Si $K \leq 7$ (No. De índices) se calcula el estadígrafo: S calculado = $\Sigma \Delta^2$ y se plantea la siguiente hipótesis:

Si el valor del estadígrafo cumple la restricción: Región Crítica: S calculado \geq S tabulada

Esta etapa es clave para orientar a la organización en cuanto a qué problemas tratar para obtener medidas más efectivas.

Primeramente se les entregó a los expertos las características de calidad mediante el orden en que se determinaron. Se les pidió a los expertos que las evaluaran con una calificación entre 1 (más importante) y 10 (menos importante),

No	Características
1	No tener destalladuras en la piel por el arranque del pedúnculo y como mínimo tener 7°Brix
2	Debe soportar el transporte y manipulación
3	Estar exentos de olores extraños
4	Categoría I

5	Categoría Extra
6	Estar enteras
7	Estar limpias y exentos de cualquier materia extraña visible o plagas
8	Deberá haber alcanzado la fase de desarrollo fisiológico que permita su posterior maduración
9	No debe tener sabor amargo el fruto maduro

Tabla 2: Características a tener en cuenta para la selección de la Fruta Bomba en la UEB de Frutas Selectas

Expertos \ Características	1	2	3	4	5	6	7	T	ΣA_{ij}	Δ	Δ^2	Clasificación
1	6	3	4	3	4	4	5	2	29	-6	36	P
2	9	7	6	7	8	9	8	4	54	19	361	S
3	6	6	7	8	6	7	8	4,5	48	13	169	S
4	2	3	4	2	3	4	2	4	20	-15	225	P
5	1	3	3	3	2	1	1	2	14	-21	441	P
6	6	7	6	7	6	5	6	2	43	8	64	S
7	5	4	3	4	3	3	2	3	24	-11	121	P
8	3	2	4	3	2	4	5	2	23	-12	144	P
9	8	7	6	7	8	9	8	4	53	18	324	S
Σ									308		1885	

Tabla 3: Problemas detectados. (Fuente: elaboración propia).

Posteriormente se determina el Coeficiente de Kendall

$$W = \frac{12 \sum \Delta^2}{M^2(K^3 - K) - M \sum t} = \frac{12 \times (1885)}{7^2 \times (9^3 - 9) - 7(21,5)} = 0,64$$

Por tanto como $W > 0,5$ es consistente

Se planteó la hipótesis a demostrar:

H_0 = Se rechaza el criterio de los expertos.

H_1 = Se acepta el criterio de los expertos.

Como $K > 7$

$$X^2 = M(K - 1) \times W = 7(9 - 1) \times 0,64 = 35,84$$

$$X^2 > X^2_{\alpha, K-1}$$

$$X^2 > X^2_{0.05, 8}$$

$$35,84 > 15,51$$

Se cumple la Región crítica, no existe evidencia estadística suficiente que implique falta de concordancia entre los expertos, por tanto se rechaza H_0 , y se acepta el criterio de los expertos. Además el orden de prioridad de las características de la Fruta Bomba son las siguientes:

5	Categoría Extra
4	Categoría I
8	Deberá haber alcanzado la fase de desarrollo fisiológico que permita su posterior maduración
7	Estar limpias y exentas de cualquier materia extraña visible o plagas
1	No tener destalladuras en la piel por el arranque del pedúnculo y como mínimo tener 7°Brix
6	Estar enteras
3	Estar exentas de olores extraños
9	No debe tener sabor amargo el fruto maduro
2	Debe soportar el transporte y manipulación

Tabla 4: Características a tener en cuenta para la selección de la Fruta Bomba en la UEB de Frutas Selectas.

Anexo # 8: Modelo para evaluar las características de calidad de la Fruta Bomba, apoyado del QIM y de la NC (2016).

Clasificación		Extra	Requisitos Obligatorios (x)		Puntuación
		Categoría I			
Extra	Características	Calidad superior	X	(0 ó 10)	10
		No tener defectos que afecten su calidad, conservación y presentación del producto	X	(0 ó 10)	10
		El peso mínimo será de 1Kg	X	(0 ó 10)	10
Categ I	Características	Buena calidad, de tipo comercial	X	(0 ó 15)	15
		Defectos leves de forma		(0 ó -5)	0
		Defectos leves en la piel que no exceda el 10% de la superficie total.		(0 ó -5)	0
Extra	Color	Completamente verde	X	5	0
Categ I		Rayona: Con vetas amarillas		5	5
Parámetros de Calidad		Características			
Requisitos mínimos de Calidad	Apariencia	Estar enteras	X	(3 a 5)	5
		Estar limpias y exentos de cualquier materia extraña visible o plagas	X	(5 a 10)	10
		No tener destalladuras en la piel por el arranque del pedúnculo y como mínimo tener 7°Brix	X	(5 a 10)	10
	Olor	Estar exentos de olores extraños	X	(3 a 5)	5
	Desarrollo	Deberá haber alcanzado la fase de desarrollo fisiológico que permita su posterior maduración	X	(5 a 10)	10
		No debe tener sabor amargo el fruto maduro	X	(3 a 5)	5
		Debe soportar el transporte y manipulación	X	(3 a 5)	5
TOTAL					100

Fuente: Elaboración Propia.

Para una puntuación total de 100 puntos, se necesita cumplir 100% con las características obligatorias que se encuentran marcada con una (X), obteniendo el máximo de los puntos. A continuación se explica cómo se debe aplicar el modelo para una correcta clasificación:

- En la primera parte del modelo, donde se refiere a las Categorías Extra y I, la puntuación será 0 ó 10, para las primeras 4 características obligatorias, para las dos siguientes cero significa que no tienen problemas y (-5) que tienen leves defectos pero que son aceptables, y se restaran del total.
- En el color, la puntuación será de 5 puntos únicamente en la fila correspondiente a la característica de la fruta, o sea, Completamente verde o Con vetas amarillas.
- Luego aparecen los requisitos mínimos de calidad que pueden tener una evaluación de (3 a 5) y de (5 a 10) según el tipo de requisito, sumando un total de 30mínimo aceptable y 50 óptimo.
- Con el total de los puntos quedarían identificados de la siguiente forma: NO SALUDABLE (< 70 puntos) criterios de calidad negativos. La categoría de NECESITA CAMBIOS (71 a 84 puntos), resulta cuando no se cumple con todos los requisitos pero no representan daños para el consumidor. La categoría APTA (85 o más puntos) es aquella que muestra que posee características de consumo adecuadas y criterios de calidad positivos.
- Si la categoría es APTA, contará con un tiempo de no más de 72h para ser nuevamente evaluadas y enviadas a su destino. Si se almacena a temperaturas óptimas, entre 22,5°C y los 27,5°C, tarda entre 10-16 días en total, desde su recogida, hasta estar completamente amarilla. Antes de culminar este período, de no ser vendidas en su estado natural deben ser troceadas para ser congelas durante un período no mayor de 3 meses para su posterior venta o proceso.
- Cuando la Fruta Bomba congelada está cerca de los 3 meses hay que hacer constantes revisiones para evitar su pérdida y puede destinarse a la producción de surtidos que impliquen la cocción o pre-cocción de la misma, lo cual eliminaría los principales peligros asociados al crecimiento microbiano.

De esta manera, la alimentación es protectora cuando cuenta con la presencia de alimentos que mejoran el perfil nutricional de la dieta en lo que refiere a fibras, ácidos grasos, antioxidantes naturales, entre otros.