



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA EN EL
PROCESAMIENTO PURÉ DE MANGO CONCENTRADO ASÉPTICO EN LA UEB
COMBINADO INDUSTRIAL
HÉROES DE GIRÓN.



Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical

Autor: Ing. Mallibys Martínez Quintana

Matanzas

2022



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MAS LIMPIA EN EL
PROCESAMIENTO PURÉ DE MANGO CONCENTRADO ASÉPTICO EN LA UEB
COMBINADO INDUSTRIAL
HÉROES DE GIRÓN.



Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical

Autor: Ing. Mallibys Martínez Quintana

Tutor: M. Sc. Gisselle Sosa Sánchez

Matanzas

2022



PENSAMIENTO

“Debemos proclamar con toda energía que tenemos derecho a respirar aire puro, a beber agua que no esté contaminada..., a alimentarnos y que esos alimentos sean sanos, a que se nos eduque, a que se atienda nuestra salud”

Fidel Castro Ruz, 1996



DEDICATORIA

A mis hijos que son mi fuente de inspiración, a mi padre, a mi esposo y en especial a la memoria de mi madre quien siempre fue mi ejemplo y guía.



AGRADECIMIENTOS

A todos mis profesores, por sus enseñanzas.

A mi tutora M. Sc. Gisselle Sosa Sánchez

Al M. Sc. Liván González Rodríguez por ser el inspirador del tema y a Olivera por la gran ayuda brindada.

A mi familia, que sin ellos no lo hubiera podido lograr, especialmente a mis hijos y mi esposo.

A mis compañeras de trabajo que siempre tuvieron una frase de aliento y de confianza en mí.

A todos los que de una u otra forma han contribuido en la realización de este trabajo.

Gracias.



RESUMEN

Este trabajo se ha realizado en la línea de puré de mango concentrado aséptico de la UEB combinado Industrial “Héroes de Girón” de Jagüey Grande, ubicada en la provincia Matanzas, constituye una de las más importantes de la rama para la economía nacional. La investigación se efectuó con el objetivo de proponer y evaluar opciones de Producción más Limpia (PML), para mejorar los consumos de los portadores energéticos, disminuir la generación de los residuales líquidos en la planta e identificar los problemas ambientales. Las opciones de PML identificadas según la metodología propuesta por la ONUDI, propician la reducción del consumo de agua y residuales líquidos, las cuales se evaluaron y priorizaron teniendo en cuenta su beneficio económico, social y ambiental. Con el desarrollo de las opciones de PML se comprobó que se puede contribuir al ahorro del agua, eliminando las fugas de vapor para contribuir al ahorro de combustible. Los ahorros logrados desde el punto de vista económico ascendieron a un total de 160 757,05 CUP en lo que se refiere a menor consumo de agua, fuel oil, diesel y energía eléctrica y por la aplicación de buenas prácticas de producción. También debemos tener en cuenta la reducción de 59,28 t de CO₂ dejadas de emitir a la atmósfera para de esta forma contribuir a la disminución del calentamiento global por lo que tanto se está luchando para impedir sus efectos nocivos. Se concluye que la aplicación de las herramientas de PML ha beneficiado a nuestra Empresa y al país.

INDICE	Pág.
1.INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Calidad y producciones más limpias (PML)	5
2.1.1. Conceptos de calidad	5
2.2 Evolución de la calidad	7
2.3 Gestión de la calidad.....	9
2.4 Riesgos. Gestión de riesgos	10
2.5 Integración de los Sistemas de Gestión.....	13
2.6 Inocuidad de los alimentos. Consideraciones generales	14
2.7 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)	16
2.8 Peligros asociados con la inocuidad de los alimentos	17
2.9 Historia del Sistema HACCP	21
2.10 Sistema HACCP	22
2.10.1 Definiciones relacionadas con el Sistema HACCP	24
2.11 Principios del Sistema HACCP	26
2.12 Beneficios de la producción más limpia	26
2.12.1 La producción más limpia en el sector industrial citrícola	28
2.12.2 Aplicación de la producción más limpia en Cuba	28
2.12.3. Factores a considerar en la implementación de las prácticas de producción más limpias en cuba.....	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1. Ubicación del trabajo de investigación	31
3.2. Características tecnológicas de la línea.....	31
3.3. Metodología para identificar los focos que generen opciones de Producción Más Limpia	39
3.4. Causas relacionadas con la materia prima que afecta la actividad productiva ...	41
3.4.1. Causas relacionadas con la tecnología	42
3.4.2 causas relacionadas con las prácticas operativas.....	42
3.4.3. Causas relacionadas con los residuos	42
3.5. Determinación de las cargas contaminantes con tecnologías y sus mejoras	43



3.5.1 Diagnóstico:.....	43
3.5.2. Pronóstico:.....	43
3.5.3. Control	43
3.5.4. Monitoreo.....	43
3.6. Evaluación de los beneficios económicos, ambientales y sociales con la PML..	43
3.7. Evaluación del consumo de agua, portadores energéticos y materia prima con la estrategia de PML.	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
5. CONCLUSIONES.....	65
6. RECOMENDACIONES	66
7. BIBLIOGRAFÍA	67
8. Anexos	71

1. INTRODUCCIÓN

La Unidad Empresarial de Base (UEB) Combinado Industrial “Héroes de Girón” es una industria que procesa naranjas, toronjas, tomate y frutas tropicales principalmente mango, guayaba y papaya para obtener jugos naturales, concentrados y otros subproductos de estas frutas.

La Producción más limpia (PML) es definida como una estrategia de gestión empresarial preventiva aplicada a productos, procesos y organización del trabajo, cuyo objetivo es minimizar emisiones y/o descargas en la fuente, reduciendo riesgos para la salud humana y ambiental, y elevando simultáneamente la competitividad. Ello resulta de cinco acciones, sean éstas combinadas o no, la minimización y el consumo eficiente de insumos, agua y energía; la minimización del uso de insumos tóxicos; la minimización del volumen y toxicidad de todas las emisiones que genere el proceso productivo; el reciclaje de la máxima proporción de residuos en la planta y si no, fuera de ella por último la reducción del impacto ambiental de los productos en su ciclo de vida (desde la planta hasta su disposición final) [Franco y Arias, 2013].

En cuanto a los productos, la estrategia tiene por objeto reducir todos los impactos durante el ciclo de vida del producto desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final; promoviendo diseños amigables acordes a las necesidades de los futuros mercados.

Desde el año 1994 que se crea la Corporación Nacional de Cítricos (GEF), el sector cítrico cubano desarrolla una estrategia renovadora, nuestra industria casi con el mismo equipamiento aumenta sus producciones, reduce más del 50% de los costos de producción y alcanza rendimientos industriales muy favorables, comparados con varias plantas de procesamiento de cítricos del mundo. Paralelo a las transformaciones en el área de producción, se activa el sistema de tratamiento de residual líquido y se organiza la disposición del residual sólido para alimento animal.

Ante la falta de abastecimiento de frutas cítricas, a partir del año 2011 se inicia un proceso de diversificación en la esfera industrial con el fin de explotar nuestras instalaciones la mayor parte del año y buscar nuevas alternativas de ingresos. Desde el 2002 el sector cítrico cubano, con el asesoramiento del Punto Focal de PML del



Ministerio de la Agricultura (MINAG) y la participación de técnicos y especialistas del sector industrial, ha desarrollado nuevas opciones de PML que han permitido un adecuado manejo de los recursos energéticos, hídricos y mantener la eficiencia industrial ante las limitaciones tecnológicas, económicas y las carencias de frutas actuales. Este trabajo ha permitido formar expertos de PML en el sector, capaces de multiplicar sus experiencias a otros sectores del MINAG.

Con la convocatoria, en 1992, del UNCED y la adopción de la Agenda 21 y sus Convenciones relativas, la comunidad mundial adoptó una declaración de políticas internacionales de gran extensión sobre la necesidad de lograr patrones de desarrollo sostenible. El elemento vital de dicho desarrollo debe, necesariamente, ser la adopción del desarrollo industrial ambientalmente sostenible: la industria ha sido y continúa siendo el mayor origen de los problemas ambientales, tanto en los ámbitos locales como globales.

La introducción de la PML en las industrias de países en desarrollo provee soluciones importantes a la problemática del desarrollo industrial ambientalmente sostenible. En el caso de los procesos de producción, se ha demostrado que la aplicación de la producción más limpia puede mejorar en forma significativa no sólo el desempeño ecológico de las empresas, sino también el rendimiento financiero. Por supuesto, la adopción de las opciones para el logro de la PML requiere frecuentemente poca inversión; aún en los otros casos, los ahorros en los costos operativos generados por la producción más limpia llevan a la rápida amortización de la inversión inicial.

El objetivo de la PML es satisfacer las necesidades de la sociedad a través del uso eficiente de la energía y la utilización de materiales renovables y libres de peligros, que no afecten la biodiversidad. Para promover la aplicación de producción más limpia en empresas e incorporar el concepto de una legislación nacional ambiental para países en desarrollo, la ONUDI y el PNUMA decidieron establecer un Programa de Centros Nacionales de Producción más Limpia (CNPL).

El Punto Focal de PML, ubicado en el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, ha estado desarrollando un trabajo conjunto con los técnicos y especialistas



del sector industrial de cítricos con el objetivo de promover nuevas opciones de PML, que han permitido un adecuado manejo de los recursos energéticos, hídricos y mantener la eficiencia industrial ante las limitaciones tecnológicas, económicas y la carencia de abastecimiento de frutas actual. El Director General de la empresa solicitó al Grupo de PML de la entidad, con la asistencia del Punto Focal de PML del IIFT, una evaluación completa de PML para elevar la eficiencia industrial y reducir los costos de producción.

La misión fundamental de la empresa es producir alimentos de la más alta calidad en completa armonía con el medio ambiente, con honestidad y respeto a los clientes y continuar percibiendo los cambios como oportunidades. Tiene certificado su Sistema de Gestión de la Calidad por la Norma Internacional ISO 9001:2015. Desde el año 2012 contamos con el certificado de calidad emitido por Sure Global Fair (SFG) de Alemania, Membrecía que se centra fundamentalmente en la seguridad y autenticidad de los productos terminados, correcto etiquetado, condiciones de producción apropiadas y cumplimiento con las normas del sistema de control voluntario el que se realiza anualmente. En la Feria Internacional FECAV 2003, obtuvo el Premio a la calidad a la línea productora de jugos. En el año 2003 la empresa es galardonada con el Premio Nacional de Medio Ambiente por su línea de respeto al medio ambiente al minimizar los residuos y por ende la concentración de sus contaminantes en los efluentes industriales. En FIHAV del 2018 somos galardonados con el premio internacional de calidad al Jugo Concentrado Congelado de Naranja y en FIAGRO del 2018 se obtiene premio a la calidad en los productos Jugo Concentrado Congelado de toronja Blanca y Jugo concentrado Congelado de Naranja.

Problema

El alto consumo de agua, energía eléctrica, fuel-oíl y altos costos de producción en la línea de puré de mango concentrado aséptico en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” perteneciente a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” en Jagüey Grande, Matanzas.



Hipótesis

Si se establece una estrategia de PML en la línea de puré de mango concentrado aséptico en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” perteneciente a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” en Jagüey Grande, se podrán disminuir los costos de producción de este producto.

Objetivos

Objetivo general

Establecer una estrategia de PML en la línea de puré de mango concentrado aséptico en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón” de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” en Jagüey Grande.

Objetivos específicos

- Reducir el consumo de agua, portadores energéticos y materia prima en la instalación con la aplicación de una estrategia de PML.
- Disminuir las cargas contaminantes que se emiten al medio con tecnologías y la mejora continua de la gestión ambiental.
- Evaluar los beneficios económicos, ambientales y sociales de la implementación de la producción más limpia en la línea de puré de mango concentrado aséptico

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Calidad y producciones más limpias (PML)

2.1.1. Conceptos de calidad

Para entender que significa calidad o que quieren decir los entendidos en esta área cuando hablan de calidad, es necesario analizar cómo definen ellos a la calidad, definiciones que por décadas han sido estudiadas y analizadas, pero los filósofos, por llamarlos así, son los que han sobresalido en este ámbito por la aplicación de sus teorías, entre ellos se destacan: Philip B. Crosby, W. Edwards Deming, Armand V. Feigenbaum, Kaoru Ishikawa, cuyos conceptos vertidos sobre calidad será el marco conceptual de análisis. Además, también se hará énfasis en personalidades como Juran, Joseph M & Gryna Frank, M y otros conceptos dados por diferentes autores que han sobresalido por sus investigaciones.

Crosby (1993) define la calidad como conformidad con requerimientos. Su definición es equivalente a estar seguros de medir todas las características del producto de forma tal que satisfaga todos los requerimientos o especificaciones.

Deming (1989) la define como el grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo costo y que se ajuste a las necesidades del mercado. La calidad no es otra cosa más que una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua. Este concepto es consistente de que la calidad tiene que estar definida en términos de la satisfacción del cliente, hay diferentes grados de calidad y estos radican en el interés de quien ofrece y recibe el producto o servicio.

Feigenbaum (1971) la define como todas las características del producto y servicio provenientes de mercadeo, ingeniería, manufactura y mantenimiento que estén relacionadas directamente con las necesidades del cliente. Esta definición es basada en la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente. Como el cliente tiene necesidades cambiantes, la calidad es dinámica, y por tanto los directivos deben reconocer estas necesidades que se traducen en la evolución de calidad que tienen los clientes.



Para Ishikawa (1988) calidad significa calidad del producto. Más específico, calidad es calidad de trabajo, calidad del servicio, calidad de información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, etc. Esta definición establece la calidad basada en la satisfacción de necesidades y expectativas del cliente y el compromiso de la organización en el aseguramiento de calidad a un nivel práctico, además, Ishikawa pone en claro que, la prueba de alta calidad es la satisfacción de cualquier cambio en las expectativas del cliente.

Según Juran y Gryna (1993) calidad es el conjunto de características que satisfacen las necesidades de los clientes y en consecuencia, hacen satisfactorio el producto. Calidad consiste en no tener deficiencias.

Calidad es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características inherentes al producto cumple con requerimientos (Gutiérrez y De La Vara, 2007).

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 (Medina *et al.*, 2007).

En general, muchos han sido los autores que abordaron este concepto desde diferentes perspectivas según el marco histórico vivido por cada uno de ellos, pero todos coinciden en que la calidad radica en la satisfacción del cliente. Partiendo de esto se puede definir la calidad como las características que debe presentar un producto o servicio para satisfacer las necesidades del cliente y superar sus expectativas, llevar a cabo acciones dentro de la entidad que logre sorprender al cliente para fidelizarlo con el producto ofertado (Marrero, 2020).

A lo largo de la historia el término calidad ha sufrido numerosos cambios por lo que se reflejará su evolución histórica.

2.2 Evolución de la calidad

La historia del concepto de la calidad puede ser tan antigua como el mismo ser humano, surgiendo con la agricultura, los servicios y por último con la industrialización. Un impulso importante al campo de la calidad fue dado con la Revolución Industrial; pero, más que todo, el desarrollo de herramientas estadísticas y gerenciales ocurre durante el presente siglo. El consumidor, tanto institucional como el particular, más exigente cada día, y la fuerte competencia nacional e internacional, provocan una evolución constante en las bases filosóficas y en la práctica de la gestión de la calidad (Palma *et al.*, 2018). La evolución del concepto de calidad y sus objetivos se presentan en la tabla 1

Tabla 1. Evolución del concepto de calidad y sus objetivos.

Etapas	Concepto	Finalidad
Artesanal	Hacer las cosas bien independientemente del coste o esfuerzo necesario para ello.	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer al cliente.• Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho• Crear un producto único.
Revolución Industrial	Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica Producción con Calidad).	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer una gran demanda de bienes.• Obtener beneficios.
Segunda Guerra Mundial	Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (Eficacia + Plazo = Calidad)	Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
Posguerra (Japón)	Hacer las cosas bien a la primera	<ul style="list-style-type: none">• Minimizar costes



		mediante la Calidad
		<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer al cliente• Ser competitivo
Posguerra (Resto del mundo)	Producir, cuanto más mejor	Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra
Control de Calidad	Técnicas de inspección en Producción para evitar la salida de bienes defectuosos.	Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
Aseguramiento de la Calidad	Sistemas y Procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer al cliente.• Prevenir errores.• Reducir costes.• Ser competitivo.
Calidad Total	Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.	<ul style="list-style-type: none">• Satisfacer tanto al cliente externo como interno.• Ser altamente competitivo.

Fuente: Calidad Total [Consulta: 11 de febrero del 2021].

Es a partir de la segunda guerra mundial, cuando comienza a darse a la gestión de la calidad el carácter de función específica y a hacerla aparecer de norma explícita en los organigramas de las compañías.

2.3 Gestión de la calidad

La gestión dentro del mundo empresarial supone una herramienta fundamental para el desarrollo económico, ya no sólo de las propias empresas que implementan sus sistemas de gestión, sino también para su sector de actividad o su país.

La calidad en la gestión nos ayuda a reducir la improvisación dentro de nuestros procesos, de tal manera que nuestro primer objetivo sea llevar a cabo procesos totalmente planificados en los que sepamos en cada momento el modo de actuar durante situaciones normales de funcionamiento o condiciones óptimas de funcionamiento o, por el contrario, cómo actuar ante una desviación de los requisitos establecidos. De la misma manera la gestión de la calidad brinda una oportunidad clave, no sólo para planificar los procesos, sino también para establecer mecanismos para el seguimiento y la mejora de los mismos (Cuatrecasas y González, 2017).

Se puede resumir que en su evolución la gestión de la calidad ha transitado por cuatro etapas principales:

- a. Inspección
- b. Control de la calidad
- c. Aseguramiento de la calidad
- d. Gestión total de la calidad.

Como se señala anteriormente hubo una etapa inicial que podríamos denominar inspección, donde la calidad era definida por el productor y controlada por un inspector cuya función era verificar el 100% de las piezas elaboradas para separar los productos conformes con los requisitos de calidad establecidos de los no conformes con tales requisitos. En esta etapa la calidad fue responsabilidad de los inspectores y del departamento de producción y la misma generaba elevados costos de inspección.



Partiendo de las etapas de la gestión de la calidad se desarrollaron modelos o enfoques de gestión de la calidad que han sido generalmente reconocidos. Tales modelos se han denominado (coincidentalmente con las etapas): control de la calidad, aseguramiento de la calidad y gestión de calidad total. Los mismos han evolucionado históricamente hacia una visión cada vez más general (Medina *et al.*, 2007).

Estos enfoques o modelos de gestión han sido utilizados como marcos conceptuales o para la aplicación práctica de la gestión de la calidad, y siguen muy vigentes hoy los enfoques de aseguramiento de la calidad y gestión de calidad total.

La gestión de riesgos es un tópico importante a considerar en el entorno actual, ratificado en la última versión de la ISO 9000:2015 la cual trae cambios muy importantes, aunque el más destacado es la incorporación de la gestión del riesgo o el enfoque basado en riesgos en los sistemas de gestión de la calidad, en los cuales hasta ahora no estaba alineada, aunque es una técnica normalmente aplicada en las organizaciones. Adicionalmente se destaca la importancia de integrar aspectos de riesgos en toda la estrategia de gestión de la calidad, por lo que es vital que las organizaciones identifiquen por adelantado los riesgos en sus sistemas y las estrategias para mitigar o eliminarlos.

2.4 Riesgos. Gestión de Riesgos

Los riesgos son la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos. Se entiende también como la medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente el evento.

Por "Gestión de Riesgos" se entiende en general: el proceso consistente en identificar acontecimientos posibles, cuya materialización afectará al logro de los objetivos y la aplicación de las medidas destinadas a reducir la probabilidad o el impacto de esos acontecimientos. Un factor fundamental para la Gestión de Riesgos es la eficacia de los controles institucionales internos (Prieto *et al.*, 2020).



La gestión de riesgos es un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales. Las estrategias incluyen transferir el riesgo a otra parte, evadir el riesgo, reducir los efectos negativos del riesgo y aceptar algunas o todas las consecuencias de un riesgo particular.

El objetivo de la gestión de riesgos es reducir diferentes riesgos relativos a un ámbito preseleccionado a un nivel aceptado por la sociedad. Puede referirse a numerosos tipos de amenazas causadas por el medio ambiente, la tecnología, los seres humanos, las organizaciones y la política. Por otro lado, involucra todos los recursos disponibles por los seres humanos o, en particular, por una entidad de manejo de riesgos (persona, staff, organización) [Otero, 2003].

Las organizaciones de todos los tipos y tamaños enfrentan factores internos y externos al igual que influencias que le crean incertidumbres sobre si pueden o no cumplir sus objetivos. El efecto que esta incertidumbre causa en las organizaciones se denomina “riesgo”.

Mientras todas las organizaciones manejan los riesgos en alguna medida la Norma ISO 31000-2009 establece un grupo de principios que deben cumplirse para que el manejo del riesgo sea eficaz. También recomienda a las organizaciones que desarrollan, ejecutan y mejoran continuamente un marco cuyo propósito es integrar el proceso de manejo del riesgo a la gobernatura general de la organización, a la estrategia y planificación, al manejo, a procesos de informes, políticas, valores y culturas. El manejo de los riesgos puede aplicarse a toda una organización, y a sus tantas áreas y niveles en cualquier momento, así como a funciones específicas, proyectos y actividades (NC ISO 31000, 2009).

Cuando se aplica y mantiene de acuerdo con esta norma, el manejo de riesgos permite a la organización:

- ✓ Aumentar la posibilidad de lograr sus objetivos

- 
- ✓ Estimular el manejo proactivo
 - ✓ Ser consciente de la necesidad de identificar y tratar el riesgo en toda la organización
 - ✓ Mejorar la identificación de oportunidades y amenazas
 - ✓ Estar a tono con las exigencias regulatorias y legales y con normas internacionales
 - ✓ Mejorar la información obligatoria y voluntaria
 - ✓ Mejorar la gobernación
 - ✓ Mejorar la confianza del accionista
 - ✓ Establecer una base confiable para la toma de decisiones y planificación
 - ✓ Mejorar los controles
 - ✓ Asignar eficazmente los recursos para el tratamiento del riesgo
 - ✓ Mejorar la eficacia y la eficiencia operativa
 - ✓ Mejorar el funcionamiento de la seguridad y salud, así como la protección ambiental
 - ✓ Mejorar la prevención de pérdidas y manejo de incidentes
 - ✓ Mejorar el aprendizaje en la organización
 - ✓ Mejorar la elasticidad de la organización.

Esta norma internacional está concebida para satisfacer las necesidades de una amplia gama de accionistas, incluyendo:

- a) Los responsables de desarrollar la política del manejo de riesgos en la organización
- b) Los contadores para garantizar que el riesgo sea manejado eficazmente en la organización o en un área específica, proyecto o actividad
- c) Los que necesiten evaluar la eficacia de una organización al manejar los riesgos
- d) Los formuladores de normas, guías, procedimientos y códigos de práctica en su totalidad o parcialmente, determinan cómo manejar el riesgo en un contexto específico.



Las prácticas y procesos de manejo actuales de muchas organizaciones incluyen componentes del manejo de riesgos y muchas organizaciones ya han adoptado un proceso de manejo de riesgo formal para tipos particulares de circunstancias. En tales casos, la organización puede decidir la ejecución de un análisis crítico de sus prácticas y procesos existentes a la luz de esta norma internacional.

2.5 Integración de los Sistemas de Gestión

Constituye una ventaja competitiva mantener un sistema de gestión integrado en la organización ya que el cliente identifica la empresa como un ente bondadoso, preocupado por las necesidades del cliente, pero sin dañar el medio ambiente y aún más preocupado por la seguridad de sus empleados que son en fin los que van a marcar la diferencia respecto a la competencia.

El sistema de gestión Integrada se implanta con el objetivo de realizar las actividades de la organización cumpliendo los requisitos contractuales de los clientes, medioambientales y de seguridad de los trabajadores, además debe cumplir con los requisitos legales, para ello dispone de la integración de normativas de ámbito mundial (NC ISO 22000, 2005).

Sistema de calidad (NC ISO 9000, 2015): Un sistema de gestión de la calidad anima a las organizaciones a analizar los requisitos del cliente, definir los procesos que contribuyen al logro de productos aceptables para el cliente y a mantener estos procesos bajo control. Un sistema de gestión de la calidad puede proporcionar el marco de referencia para la mejora continua con objeto de incrementar la probabilidad de aumentar la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas. Proporciona confianza tanto a la organización como a sus clientes, de su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de forma coherente.

Sistema de gestión medioambiental permiten que cualquier organización industrial o de servicios tenga control sobre el impacto de sus actividades en el ambiente, su enfoque genérico de sistema permite una evaluación precisa y una comparación de



las medidas tomadas por las organizaciones para encarar su responsabilidad con el ambiente.

Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos (NC ISO 22000, 2005): El propósito de esta norma internacional es armonizar a un nivel global los requisitos de la gestión de la inocuidad de los alimentos para toda actividad dentro de la cadena alimentaria. Está particularmente prevista para su aplicación por organizaciones que buscan un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos más enfocado, coherente e integrado de lo requerido normalmente por la legislación. Requiere que una organización cumpla todos los requisitos legales y reglamentarios que le sean aplicables y estén relacionados con la inocuidad de los alimentos, a través de su sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos.

Sistema de gestión de la seguridad laboral se indican los requisitos que permiten a una organización controlar sus riesgos de Seguridad y Salud Ocupacional y, a su vez, dar confianza a quienes interactúan con la organización respecto al cumplimiento de dichos requisitos.

2.6 Inocuidad de los alimentos. Consideraciones generales

La inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud del consumidor (NC ISO 22000, 2005).

Es uno de los cuatro grupos básicos de características que, junto con las nutricionales, las organolépticas y las comerciales componen la calidad de los alimentos (Ramos, 2013).

Según la norma ISO 22000 (2005) la inocuidad de los alimentos se refiere a la existencia de peligros asociados a los alimentos en el momento de su consumo (ingestión por los consumidores). Como la introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, es esencial un control adecuado a través de toda la cadena alimentaria. Así, la



inocuidad de los alimentos está asegurada a través de la combinación de esfuerzos de todas las partes que participan en la cadena alimentaria.

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos que combina los siguientes elementos clave generalmente reconocidos, para asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, hasta el punto de consumo final:

- Comunicación interactiva
- Gestión del sistema
- Programas de prerrequisitos
- Principios del HACCP.

Se puede aplicar esta norma internacional independientemente de otras normas de sistemas de gestión. Su implementación se puede alinear o integrar con los requisitos existentes de sistemas de gestión relacionados, mientras que las organizaciones pueden utilizar los sistemas de gestión existentes para establecer un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos que cumpla los requisitos de la misma.

Esta norma integra los principios del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP), está prevista para tratar solo los aspectos relacionados a la inocuidad de los alimentos y además busca armonizar a un nivel global los requisitos de la gestión de la inocuidad de los alimentos para toda actividad dentro de la cadena alimentaria.

El objetivo del sistema HACCP es identificar y mantener controlados los peligros de contaminación relevantes en una industria alimentaria, pero este estudio y el control resultante del mismo no tendría ningún sentido si la empresa alimentaria no trabajó con anterioridad siguiendo unas prácticas higiénicas y manteniendo unas condiciones ambientales operativas adecuadas (Hurtado, 2018).

2.7 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Buenas prácticas de manufactura (BPM) o buenas prácticas de elaboración (GMP – Good Manufacturing Practices – según sus siglas en inglés), Son un conjunto de normas diseñadas y usadas para asegurar que todos los productos satisfagan los requerimientos de identidad, concentración, seguridad y eficacia. Garantizan que los productos cumplan satisfactoriamente los requerimientos de calidad y necesidades del cliente. Se han desarrollado por una mayor exigencia de los consumidores al momento de adquirir alimentos. Esto se relaciona al nuevo concepto de calidad que han adquirido los consumidores, que no solo incluye las características organolépticas y físicas de los productos, sino también aspectos de inocuidad alimentaria y el impacto de la producción en el medio ambiente. Por tal motivo las Buenas Prácticas se convierten en una herramienta efectiva para garantizar productos que han sido manejados adecuadamente.

Las buenas prácticas de manufactura sirven para mejorar la productividad a mediano y largo plazo, ya que algunos de sus componentes mejoran el conocimiento del sistema productivo; permite al productor estar preparado para exportar a mercados exigentes; tener mejor acceso a mercados (mayor elegibilidad); obtención de productos diferenciados por calidad e inocuidad: un mayor control del proceso productivo (políticas, procedimientos, protocolos, etc.); reducción del riesgo en la toma de decisiones, mejor gestión; aumento de la competitividad por reducción de costos (mayor eficiencia en el uso de insumos); mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores, mejores condiciones de higiene personal que el empleador debe garantizar a sus empleados; creación de capital humano por la educación recibida (Fernández *et al.*, 2015).

En resumen, estas prácticas garantizan que las operaciones se realicen higiénicamente, desde la llegada de la materia prima hasta obtener el producto terminado. Por tanto, todas aquellas empresas y personas que pretenda adquirir competitividad para comercializar en los mercados globalizados de la actualidad que están involucradas en la producción de alimentos no pueden, ni deben ser ajenas a

la implementación de las BPM para utilizar luego sistemas más complejos y exhaustivos de aseguramiento de la calidad que incluyen el análisis de riesgos y puntos críticos de control, ISO 9000 y gestión total de la calidad (Triana, 2021).

Todos estos modelos y sistemas están relacionados entre sí, y su adopción debería realizarse en forma progresiva y encadenada.

2.8 Peligros asociados con la inocuidad de los alimentos

Los peligros físicos, químicos y biológicos asociados con la inocuidad de los alimentos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Peligros asociados con la inocuidad de los alimentos.

<p><u>Peligros físicos.</u></p> <p>Los peligros físicos llegan a los alimentos de forma accidental o por descuido durante el almacenamiento, elaboración y consumo, a través de:</p>	<p>a) Los insectos y roedores: Si se almacenan los alimentos sin protección, los insectos y roedores aprovechan para comérselos. Suelen dejar sus huellas en forma de pelos, alas, huevos, materias fecales y orina, que se detectan a simple vista o a través de pruebas de laboratorio. Son contaminantes muy desagradables y nocivos, porque generalmente van acompañados de gérmenes que producen enfermedades en el hombre.</p> <p>b) El medio ambiente: Pueden llegar a los alimentos trozos de vidrio, de madera, piedrecitas, etc., que ocasionan molestias o heridas si se muerden mientras se está comiendo.</p> <p>c) El manipulador: Si no se toman las debidas precauciones, se pueden introducir durante el manejo de los alimentos de manera involuntaria: anillos, pulseras, horquillas, restos de uñas, tiritas, cabellos, etc. Fumar mientras se trabaja es un error grave, porque pueden caer en los alimentos restos de ceniza e incluso la propia colilla. Estos errores causarán una horrible sensación en el cliente y un desprestigio sin precedentes para el establecimiento.</p> <p>d) El propio alimento: Hay que tener cuidado de que nunca aparezcan restos de alimentos como huesecillos o pepitas porque,</p>
--	--

	<p>aunque no son muy nocivos, son muy desagradables para el consumidor.</p>
<p><u>Peligros químicos.</u> Los contaminantes químicos pueden llegar a los alimentos de distintas maneras:</p>	<p>a) Agroquímicos: Son contaminantes químicos los herbicidas, pesticidas, insecticidas y fertilizantes, que se utilizan en el tratamiento de los cultivos vegetales. Se trata de sustancias tóxicas que pueden causar grandes daños a la salud del consumidor. Para reducir la cantidad de herbicidas, plaguicidas e insecticidas, cuando los vegetales se consumen frescos, se deben eliminar las hojas externas (que son las más expuestas a estos contaminantes), pelar las frutas y lavarlas bien antes de prepararlas.</p> <p>b) Utensilios y vajillas: Algunos utensilios y vajillas de cerámica o barro tienen un esmalte interno con gran cantidad de plomo. Es aconsejable asegurarse de que el esmalte utilizado en dichos utensilios es inofensivo y que es seguro para la salud. Los utensilios de cobre se oxidan por la acción del calor y desprende óxido de cobre a los alimentos, que es tóxico para el hombre.</p> <p>c) El manipulador: Como ya se ha dicho, no se deben de llevar anillos, pulseras, relojes, ni lacas de uñas, porque además de molestos, contienen metales tóxicos como cobre, hierro y plomo, que pueden desprenderse por el calor o por el mismo desgaste del uso, y contaminan los alimentos que se manipulan. De esta forma, se puede ocasionar un daño a la salud del consumidor a largo plazo. Anillos, pulseras y relojes no son solo contaminantes químicos, sino también físicos.</p> <p>d) El almacenamiento: los productos de limpieza (lejía, sulfamán, jabones, desinfectantes,) son otro foco de contaminación química. No se debe almacenar junto a los alimentos, porque pueden entrar en contacto con ellos de forma accidental, por ello, serán almacenados en un lugar específico para ellos y apartado de los</p>

	<p>alimentos. También es muy peligroso utilizar envases vacíos de alimentación o bebida para guardar productos de limpieza, ya que se puede producir una ingesta accidental.</p> <p>e) Las tareas de limpieza: cuando se realizan estas tareas debemos aclarar correctamente los productos de limpieza que hayamos utilizado, ya que en el caso de que no se haga quedarán restos que cuando coloquemos alimentos o bebida pasarán a éstos contaminándolos.</p>
<p><u>Peligros biológicos.</u></p> <p>La contaminación biológica es la producida por bacterias, hongos, virus o parásitos. Puede ser directa o indirecta.</p> <p>La contaminación directa es producida por el manipulador, ocurre durante la preparación, almacenamiento o servicio/venta de los alimentos a través de los gérmenes que lleva el manipulador normalmente en su piel, boca, manos, nariz y/o cabello. Este tipo de contaminación</p>	<p>a) El manipulador: En el cuerpo del manipulador hay gran cantidad de gérmenes que pueden contaminar los alimentos, que se acumulan especialmente en las manos, la boca, la nariz, los oídos y el tracto digestivo. Algunos de ellos son patógenos, pero si la persona tiene alguna infección, el número de gérmenes patógenos es mayor. Ya que con las manos tocamos todas las partes de nuestro cuerpo, éstas pueden ser vehículo de contaminación de los alimentos. Deben lavarse bien las manos después de ir al baño, de sonarse o rascarse las orejas y evitar estornudar, toser y hablar sobre los alimentos. Si el manipulador padece alguna enfermedad viral o bacteriana que se transmita a través de los alimentos, no debe manipular alimentos porque puede contaminarlos y poner en peligro la salud del comensal. Para evitar riesgos, queda prohibida la entrada de personas ajenas en los locales donde se trabaje con alimentos, aunque si está justificada, se tomarán las debidas precauciones (poner gorro, bata y fundas en los zapatos).</p> <p>La contaminación indirecta es producida a través de insectos, parásitos, agua, polvo, tierra, utensilios y basura:</p> <p>a) El agua: Es el elemento fundamental en la vida del hombre, porque se usa para beber, lavarse, preparar los alimentos y para la limpieza en general. Por esta razón, el agua que se use en</p>

<p>llega a los alimentos a través de:</p>	<p>empresas alimentarias debe ser potable.</p> <p>b) Los insectos: Muchos insectos, como las cucarachas y las moscas, tienen el cuerpo y las patas peludas. Con ellas recogen y diseminan las bacterias de los lugares donde se posan: heces, animales muertos, basuras, etc. De allí las transportan hasta los alimentos, donde depositan sus huevos, vomitan, defecan, etc., contaminándolos. Por esta razón, hay que evitar la presencia de insectos y además tapar los alimentos siempre que se dejen encima de superficies de trabajo.</p> <p>a) El polvo y la tierra: La tierra y el polvo son portadores de gérmenes, por lo cual, deben evitarse las corrientes de aire sobre los alimentos y nunca trabajar con ellos mientras se está barriendo, haciendo reformas de albañilería, fontanería, electricidad, etc. Este es otro motivo por el que los alimentos deben estar siempre protegidos.</p> <p>b) Los utensilios: Si están mal lavados o expuestos al aire y a los insectos, los utensilios son una vía de contaminación de gérmenes. Por este motivo hay que lavarlos con agua caliente y suficiente detergente. Si están rotos o desportillados deben retirarse del uso, pues por las ranuras se acumulan restos de alimentos y suciedad, donde pueden crecer los microorganismos.</p> <p>c) Desperdicios y basuras: Pueden ser una vía importante de contaminación de los alimentos. Se debe limpiar muy bien los recipientes y cuidar la recogida, selección y almacenamiento de las basuras. La basura deberá estar tapada y apartada de los alimentos para evitar la contaminación (Davalos, 2015).</p>
---	--

2.9 Historia del Sistema HACCP

Este sistema fue desarrollado a partir del trabajo por la Administración para la Aeronáutica y el Espacio (NASA), laboratorios del ejército de Estados Unidos y la compañía de alimentos Pillsbury, quienes a finales de los años 60 iniciaron su aplicación en la producción de alimentos con requerimientos de “cero defectos” destinados a los programas especiales de la NASA, para luego presentarlo oficialmente en 1971 a deliberación durante la Primera Conferencia Nacional de Protección de Alimentos de Estados Unidos. Dicho sistema incrementó su aceptación en 1973 como resultado del riesgo de botulismo en hongos enlatados, convirtiendo en rutinario su uso en alimentos enlatados de baja acidez, hasta ser en año sucesivos recomendado como método de elección para asegurar la inocuidad de alimentos, demostrando su utilidad no sólo en grandes industrias sino en medianas y pequeñas, locales de expendio, ventas callejeras de alimentos y aún en cocinas domésticas. El sistema HACCP ha representado sin duda un cambio en la filosofía para la industria y las autoridades regulatorias de alimentos, proveyendo así a unos y otros un instrumento eficaz para asegurar la inocuidad de cualquier tipo de alimento, eliminando así la riesgosa sensación de seguridad que ofrece el muestreo y análisis de productos terminados (lo cual representa a la postre un mayor costo de operación con un menor margen de certeza en los resultados). Esto ha permitido un cambio en el sentido de identificar los riesgos inherentes en el producto para aplicar las medidas de control y así prevenir su ocurrencia. Siendo el sistema HACCP compatible con sistemas de control total de calidad, esto implica también una integración de los conceptos de calidad, inocuidad y productividad que pueden ser manejados juntos con el beneficio de una mayor confianza del consumidor, mayor lucro para la industria y mejores relaciones entre todas las partes inmersas en la cadena productiva de los alimentos, lo cual se expresa en un evidente beneficio para la salud y la economía de los países. Aunado a esto, se reconoce también que dicho sistema posee un valor inestimable para la prevención de las enfermedades transmitidas por alimentos, aspecto que resulta de particular importancia para los países en desarrollo que cargan con el peso de éstas y con la limitación cada vez



mayor de sus recursos para el control de la inocuidad de alimentos. Los beneficios del sistema HACCP también se traducen por ejemplo para quien produce, elabora, comercia o transporta alimentos, en una reducción de reclamos, devoluciones, re-procesos, rechazos y para las autoridades oficiales en inspecciones menos frecuentes y ahorro de recursos. Para el consumidor final se traduce en la posibilidad de disponer de un alimento completamente inocuo (Pilar, 2009).

2.10 Sistema HACCP

HACCP es la traducción más extendida; pero existen otras tales como: análisis de peligros y puntos críticos de control, análisis de peligros y control en puntos críticos o análisis de factores de riesgos e identificación de puntos críticos de control debido a varias interpretaciones entre las que se destacan las distinciones entre las palabras riesgo y peligro.

Para aplicar HACCP a cualquier actividad de la cadena alimentaria, el sector deberá estar funcionando de acuerdo con los principios generales de higiene de los alimentos del Codex, los códigos de prácticas del Codex pertinentes y la legislación correspondiente en materia de inocuidad de los alimentos.

La Comisión del Codex Alimentarius es un organismo que establece documentos y normas en el ámbito internacional con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y asegurar las prácticas equitativas en el comercio de los alimentos como la base de principios generales para prácticas en higiene y seguridad en la elaboración, producción, transporte y consumo de alimentos (Pilar, 2009).

El sistema HACCP es un método científico para abordar el control y disminuir los riesgos en los productos alimenticios, que se basa en unos principios bien definidos a nivel internacional y que permite a las empresas tener un control más detallado y sistemático de sus diferentes etapas y procesos de producción, logrando un mejor aprovechamiento de sus recursos, siempre limitados y dar una respuesta más rápida y eficaz ante posibles eventualidades. Es también un sistema vivo que permite hacer frente a los nuevos riesgos derivados de la aparición de patógenos emergentes y



infecciones tóxicas en los alimentos derivadas de los cambios en los hábitos y formas de consumo (Serrano, 2017).

Constituye un enfoque preventivo de los peligros sanitarios vinculados a los alimentos. La implantación del sistema representa una aproximación sistemática a la identificación, evaluación y control de los peligros asociados a la producción y manipulación de los alimentos empleando variables fáciles de medir. Esta herramienta de control no sólo ofrece beneficios considerables en lo relacionado con la inocuidad de los alimentos, sino que también mejora la utilización de los recursos técnicos y económicos de la empresa.

HACCP además es una filosofía cuyo objetivo principal es garantizar la inocuidad de los alimentos para el ser humano. Se diferencia de los métodos clásicos porque no ofrece solución a los problemas después de que estos ocurren, los anticipa procurando evitar su ocurrencia siempre que esto sea posible, o manteniendo el peligro dentro de parámetros aceptables para la salud del consumidor. Es decir, mientras los métodos clásicos son correctivos, HACCP es un método preventivo.

La implantación del HACCP tiene como fortalezas que:

- Es un planteamiento sistemático para la identificación, valoración y control de los riesgos.
- Evita las múltiples debilidades inherentes al enfoque de la inspección que tiene como principal inconveniente la total confianza en el análisis microbiológico para detectar riesgos, necesitando de mucho tiempo para obtener resultados.
- Ayuda a establecer prioridades.
- Permite planificar cómo evitar problemas en vez de esperar que ocurran para controlarlos.
- Elimina el empleo inútil de recursos en consideraciones extrañas y superfluas al dirigir directamente la atención al control de los factores clave que intervienen en la sanidad y en la calidad en toda la cadena alimentaria,

resultando más favorables las relaciones costos/beneficios (Diago y Font, 2017).

En fin, el sistema HACCP tiene fundamentos científicos y carácter sistemático y permite identificar peligros específicos y medidas para su control con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos. Es un instrumento para evaluar los peligros y establecer sistemas de control que se centran en la prevención en lugar de basarse principalmente en el ensayo del producto final. Todo sistema de APPCC/HACCP es susceptible de cambios que pueden derivar de los avances en el diseño del equipo, los procedimientos de elaboración o el sector tecnológico (NC 136, 2017).

2.10.1 Definiciones relacionadas con el Sistema HACCP

- **Análisis de peligros:** Proceso de recopilación y evaluación de información sobre los peligros y las condiciones que los originan para decidir cuáles son importantes con la inocuidad de los alimentos y, por tanto, planteados en el plan del Sistema de HACCP.
- **Controlado:** Condición obtenida por cumplimiento de los procedimientos y de los criterios marcados.
- **Controlar:** Adoptar todas las medidas necesarias para asegurar y mantener el cumplimiento de los criterios establecidos en el plan de HACCP.
- **Desviación:** Situación existente cuando un límite crítico es incumplido.
- **Diagrama de flujo:** Representación sistemática de la secuencia de fases u operaciones llevadas a cabo en la producción o elaboración de un determinado producto alimenticio.
- **Fase:** Cualquier punto, procedimiento, operación o etapa de la cadena alimentaria, incluidas las materias primas, desde la producción primaria hasta el consumo final.
- **Límite crítico:** Criterio que diferencia la aceptabilidad o inaceptabilidad del proceso en una determinada fase.

- Medida correctiva: Acción que hay que adoptar cuando los resultados de la vigilancia en los puntos críticos de control indican pérdida en el control del proceso.
- Medida de control/preventiva: Cualquier medida y actividad que puede realizarse para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos o para reducirlos a un nivel aceptable.
- Peligro: Agente biológico, químico o físico presente en el alimento, o bien la condición en que este se halla, que puede causar un efecto adverso para la salud.
- Plan de APPCC: Documento preparado de conformidad con los principios del Sistema de HACCP, de tal forma que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado.
- Punto crítico de control (PCC): Fase en la que puede aplicarse un control y que es esencial para prevenir o eliminar un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducir a un nivel aceptable.
- Sistema de APPCC: Sistema que permite identificar, evaluar y controlar peligros significativos para la inocuidad de los alimentos.
- Validación: Constatación de que los elementos del plan de HACCP son efectivos. -Verificación: Aplicación de métodos, procedimientos, ensayos y otras evaluaciones además de la vigilancia para constatar el cumplimiento del plan de HACCP.
- Verificación: Aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, además de la vigilancia para determinar si una medida de control está o ha estado funcionando de la manera prevista.
- Vigilancia/monitoreo: acto de ejecutar una secuencia planeada de observaciones o de mediciones de parámetros de control para evaluar si una medida de control se encuentra o no bajo control (NC 136, 2017).

2.11 Principios del Sistema HACCP

1. Identificar los posibles peligros asociados con la producción de alimentos en todas las fases, desde el cultivo, elaboración, fabricación y distribución, hasta el punto de consumo. Evaluar la probabilidad de que se produzcan peligros e identificar medidas preventivas para su control.
2. Identificación en cada etapa del proceso de elaboración del alimento de los posibles puntos de contaminación.
3. Establecer los límites críticos en cada uno de los Puntos Críticos de Control identificados que aseguren que dichos PCC están bajo control.
4. Establecer un sistema de vigilancia para asegurar el control de los PCC mediante ensayos u observaciones programados.
5. Establecer las medidas correctivas que habrán de adoptarse cuando la vigilancia o el monitoreo indiquen que un determinado PCC no está bajo control o que existe una desviación de un límite crítico establecido.
6. Establecer procedimientos de verificación, incluidos ensayos y procedimientos complementarios, para comprobar que el sistema HACCP está trabajando adecuadamente.
7. Establecer un sistema de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados a estos principios y a su aplicación. Esto significa establecer un sistema de registros que documentan el HACCP (NC 136, 2017).

2.12 Beneficios de la producción más limpia

Diversos son los beneficios que brinda la producción más limpia, entre los que se pueden mencionar.

- Beneficios para la industria
- Reducción de los costos a través del ahorro de energía y materiales.
- Mejora la eficiencia de operación de las plantas.
- Recuperación de algunos materiales desechados.

- 
- Posibilidad de mejorar el ambiente laboral (salud y seguridad)
 - Mejora del cumplimiento de las regulaciones ambientales.
 - Reducción de los costos de las soluciones “al final del tubo”.

Los resultados obtenidos, contribuyen a desarrollar vías de trabajo que para el perfeccionamiento de la actividad regulatoria ambiental, en la inserción de los conceptos de PML y así inhibir las conductas despilfarradoras y contaminadoras de las Empresas productivas y de servicios, ejemplos:

- Reducir el consumo de las materias primas y energía usadas en la producción de una unidad de producto.
- Eliminar – hasta donde sea posible – el uso de materiales tóxicos y peligrosos.
- Reducir en la fuente la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y residuos generados y liberados. PML (González, 2006).

➤ Beneficios para los clientes

- Muestra mayor confianza con una gestión de la calidad y ambiental demostrable.
- Incrementa la sustentabilidad del producto y su aceptación por el cliente.
- Aumento de la vida útil del producto.
- Mayores cuidados en la disposición final del producto.
- Existe un estímulo para que la empresa piense más en el cliente y reduce el riesgo de esta de no satisfacer a sus clientes (Serrano, 2017)

➤ Beneficios para el medio ambiente:

- Uso racional de materias primas y otros insumos.
- Conservación de los recursos naturales.
- Disminución y control de los contaminantes.
- Armonización de las actividades con el ecosistema (González, 2005)

2.12.1 La producción más limpia en el sector industrial citrícola

La PML comienza a aplicarse en el sector industrial citrícola a partir de un análisis de condiciones objetivas y la necesidad de:

- Reducir los costos de producción a través del uso más eficiente de las materias primas, la energía, el agua y los materiales auxiliares, todos insumos con alto precio en los mercados nacionales e internacionales.
- Buscar nuevos mercados para las producciones.
- Gestionar la rápida recuperación de las nuevas inversiones sin elevar los indicadores de consumo en la búsqueda de la diversificación de las producciones, ni afectar al personal ni la infraestructura industrial existente.
- Aprovechar con mejor eficiencia la capacidad técnica e intelectual del personal administrativo, técnicos y obreros de la industria.
- Lograr altos niveles de conciencia en los directivos y trabajadores para reducir el impacto ambiental de las producciones, asegurando sistemáticamente el cumplimiento de las regulaciones ambientales vigentes.
- Crear incentivos para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.
- Incrementar la motivación de los trabajadores para introducir innovaciones en la recuperación de productos, disminuir los costos de producción, contribuir a elevar los salarios y la reducción de los riesgos laborales.
- Elevar el nivel cultural y la autoestima de los trabajadores al estimularlos a participar en entrenamientos, cursos de capacitación, conferencias y foros.
- Aprovechar las condiciones y bases creadas en el país para optar por reconocimientos y premios nacionales e internacionales de certificaciones ambientales y de calidad.
- Mejorar la imagen empresarial y su relación con los clientes y la comunidad circundante (Cabrera, 2018).

2.12.2 Aplicación de Producción Más Limpia en Cuba

La introducción de PML en Cuba ha tenido ciertas limitaciones debido a la insuficiente inclusión en las estrategias ambientales vigentes tanto nacionales, como



sectoriales y las territoriales, la forma de abordar las soluciones a los problemas ambientales enfatizando el uso de tecnologías al final del tubo en lugar de la toma de acciones de carácter preventivo a lo largo del ciclo de vida del producto o servicio, la carencia de recursos materiales y la necesidad de financiamiento para llevar a cabo inversiones, así como también, la falta de conocimiento por parte de directivos, personal técnico y demás trabajadores para entender lo que significa la aplicación de este concepto y los beneficios económicos y ambientales que reporta para la empresa cubana. Sin embargo, existen posibilidades reales de su aplicación en Cuba porque a diferencia del resto de los países en vía de desarrollo o subdesarrollados se cuenta con una voluntad política para enfrentar los problemas de contaminación además de una política ambiental que incluye el concepto, la coordinación y sinergia entre los actores involucrados en el tema gobierno, industria y sociedad (CITMA, 2016).

En el país se ha venido trabajando en la institucionalización de la PML en el sector empresarial promoviendo la aplicación de este concepto para mejorar el desempeño económico y ambiental a través de la inclusión del enfoque preventivo de la contaminación en las estrategias ambientales nacionales, sectoriales y territoriales, por medio de la divulgación y capacitación y la demostración de los beneficios económicos y ambientales mediante estudios de casos exitosos.

A inicios del año 2003, el Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA) del CITMA publicó el documento “La PML en las políticas y prácticas vigentes en Cuba” donde se describe y analiza el marco institucional, regulatorio y ambiental en el cual se inserta el trabajo en el campo de la PML, lo cual creó las bases para la formulación en el año 2004 del “Plan Nacional para la introducción de la PML en la gestión ambiental empresarial” (Bautista, 2015).

El objetivo general de este plan es lograr la inserción plena e integral del concepto de PML en las políticas y prácticas vigentes en el sector empresarial del país, mientras los objetivos específicos están dirigidos a incentivar y promover este concepto en la gestión ambiental empresarial propiciando su articulación con el resto de las políticas orientadas a este sector; definir el enfoque del trabajo en esta esfera, contribuyendo



al desarrollo de programas de PML en sectores priorizados y la introducción integral de la PML en los instrumentos de gestión ambiental vigente (CITMA, 2006).

2.12.3 Factores a considerar en la Implementación de las prácticas de producción más limpias en Cuba

La aplicación de PML en Cuba si bien está basada en la concepción más utilizada mundialmente tiene sus propias estrategias y principios, los cuales se muestran a continuación:

- Mejoramiento de la gestión de producción. Contempla la toma de medidas internas que no provocan cambios en los procedimientos de fabricación.
- Uso eficiente del agua.
- Inventario, almacenamiento y manejo adecuado de los materiales utilizados en el proceso productivo. Incluye la compra de materiales, el registro de las fechas de caducidad, la utilización de contenciones, el manejo cuidadoso de los materiales peligrosos y el establecimiento de los procedimientos de eliminación de materiales contaminados o caducados.
- Separación y tratamiento independiente de los residuales. Implica la separación en la fuente de los diversos residuales generados en la instalación, para permitir su manejo diferenciado de acuerdo a su peligrosidad, grado de contaminación y posibilidades de tratamiento y aprovechamiento.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Reciclaje o reúso de residuales.
- Educación y capacitación de los recursos humanos.
- Modificaciones en los procesos productivos.
- Aprovechamiento económico de residuales. Debe constituir la línea prioritaria de trabajo en la introducción de prácticas de producción más limpia en el país.
- Controles de salida. Reducen la contaminación cuando su funcionamiento es adecuado, pero son soluciones costosas para la sociedad y la industria, que pueden generar problemas (CITMA, 2006).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del trabajo de investigación

El trabajo se desarrolló en la UEB combinado industrial “Héroes de Girón” perteneciente a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, ubicado en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, que se localiza entre los 22°41’55,73N - 22°30’46,77 de latitud norte y los 80°42’53,61W - 81°51’23,44 de longitud oeste a 10 m de altura sobre el nivel del mar.

El entorno de esta UEB está compuesto de la siguiente manera: al noroeste se encuentra el Batey “El Vivero” de aproximadamente 80 viviendas y también en esa dirección a 1 Km de la UEB Mercadotecnia y Ventas que constituyen fuentes de contaminación. Al norte se encuentra el Hospital Municipal Iluminado Rodríguez y la ciudad de Jagüey Grande que posee tres lagunas de oxidación, todas rehabilitadas. Al sur cruzando la Autopista se encuentra un punto de ventas Rumbos y un Servicentro Oro Negro. En el suroeste de la UEB existen viviendas dispersas.

3.2. Características tecnológicas de la línea.

El diagrama de flujo del proceso de la pulpa concentrada de mango de presenta en la figura 1.

Capacidad instalada para Mango: 20 t.ha⁻¹

**Diagrama de flujo del proceso:
Pulpa Concentrada de Mango**

- Símbolos del diagrama**
- Operación
 - Transporte
 - Inspección
 - ◇ Demoras
 - ▽ Almacenamiento

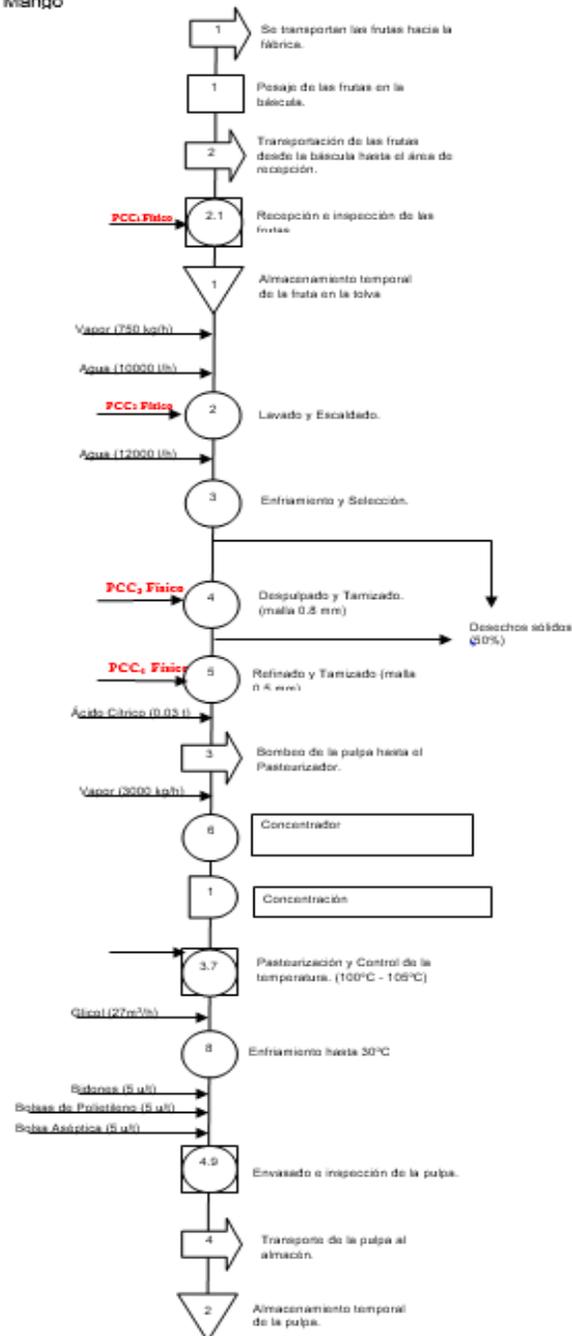


Figura 1. Proceso tecnológico de puré de mango concentrado aséptico.

Fuente: Departamento de tecnología. (Revisión 2018).



Puré de mango concentrado aséptico: Es un producto obtenido a partir de la extracción mecánica de la pulpa de mango (*Mangifera indica* L), con adecuado estado de madurez y envasado de forma aséptica. De aspecto homogéneo, denso, exento de materias extrañas, de color amarillo cuya intensidad varía según la variedad de la fruta empleada Haden, Tommy Atkins o mezcla de estas, olor y sabor típico de la fruta fresca y madura adecuadamente procesada (sin olores ni sabores extraños).

Este es un producto natural, concentrado, inocuo y saludable, procedente de las variedades antes mencionadas, las que se cultivan en buenas condiciones de clima y suelo, bajo supervisión agrónoma especializada. Se trata de un producto libre de cloruro de sodio, solo con adición de vitamina C (ácido ascórbico) como antioxidante y ácido cítrico como acidulante.

Envases: Bidones de acero con dos bolsas (la interior aséptica y la otra de polietileno) con peso neto aproximado de 227 Kg. Los envases cumplen con el código de etiquetado de SGF mostrando: nombre del producto, lote, número de bidón, fecha de producción, fecha de caducidad, grados brix, peso neto, temperatura de conservación y código de trazabilidad.

Vida útil: 18 meses desde la fecha de producción, almacenado a temperatura entre 5 y 10 °C, en un lugar limpio y seco.

Características de calidad:

Como características básicas, registramos un buen color, libre de defectos, buen sabor y aroma. No se debe exceder el 7% de afectaciones por antracnosis y magulladuras, el 10% por plagas, el 7% por heridas producidas por daño mecánico, el 2% por frutos tiernos y verdes, el 4% por frutos sobre maduros. El total de afectaciones permisibles es el 30%.

Esto significa, un producto con color típico de la fruta que tiene cuando ha sido bien elaborado; libre de colorantes agregados, estabilizantes, espesantes u cualquier otra sustancia extraña inocua que pudiera estar presente.

Su sabor es representativo de un puré de mango fabricado con frutos maduros de buena calidad.



Seguridad para el consumidor:

El producto es elaborado bajo condiciones muy estrictas, bajo esterilización comercial en una relación de tiempo-temperatura que asegura la ausencia de microorganismos alterantes con el mínimo de daño en la calidad del producto. Cuenta con la certificación de un Sistema Integrado de Gestión (SIG), avalado por las normas ISO 9001:2015, Sistema de Gestión de la Calidad y la NC 136:2017, Sistema de Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (HACCP). Además cuenta con la Membresía SGF la cual se centra fundamentalmente en la seguridad y autenticidad de los jugos y purés de frutas, correcto etiquetado, condiciones de producción apropiadas y cumplimiento con las normas del sistema de control voluntario, el que verifican anualmente. Esta membresía brinda confianza a los clientes, además de proporcionar a la Empresa resultados de ensayos completos que se efectúan en laboratorios externos acreditados.

La fruta de mango que se utiliza para procesar se debe cosechar en estado de madurez fisiológica, es decir, cuando el fruto esté totalmente maduro. Debe tener su tamaño desarrollado y según la variedad, deben lucir un color amarillo o amarillo y rojo; y que internamente, alrededor de la semilla, tenga una coloración amarilla. Los mangos deben cortarse del pedúnculo de tal modo que no se desgarre la piel para que no haya ninguna parte de la fruta expuesta al ambiente, porque esto puede producir descomposición de la misma, disminuyendo así su calidad. Las variedades de mango más recomendables para el procesamiento son: la Criolla, Mora, Filipino, Irwin y Haden.

Al llegar la materia prima se recepciona en pallets de madera. Estos pallets llenos se llevan a la línea de despaletización donde se seleccionan las frutas separando del proceso las que están verdes o en mal estado, ramas, piedras, etc. De ahí con un montacargas se suben los bins hasta el volcador de bins o paletas y se deja caer en una tolva que alimentará a la tina de agua caliente o Bleacher para llevar a cabo la operación de escaldado, esta operación tiene el propósito de producir los siguientes efectos: inactivar enzimas (compuestos químicos), sacar el aire ocluido en el interior de la fruta, reducir el número de microorganismos, remover aromas y



sabores indeseables, ablanda la fruta para facilitar el despulpado y fija el color. El escaldado se aplica al producto por un tiempo tal que la fruta alcance en su interior una temperatura mínima de 70°C; en términos generales, el tiempo es de 10 minutos para el caso del uso de agua en ebullición.

Posteriormente con la operación de pelado y trozado se separa la pulpa de la semilla. Se realiza en forma manual utilizando cuchillos con filo de acero inoxidable, sobre una mesa de trabajo de acero inoxidable también. Los trozos de mango son llevados al despulpador. Se desechan las cáscaras y algunos mangos en mal estado. En el despulpador se logra la separación de la pulpa de los demás residuos como las semillas, cáscaras y otros. El principio en que se basa es el de hacer pasar la pulpa-semilla a través de una malla.

La adición de aditivos es recomendable para prolongar la vida útil del producto. Uno de estos aditivos es el ácido cítrico, el cual se añade para alcanzar un pH entre 3,8 y 4,2 evitando así el crecimiento de microorganismos. También se recomienda la adición de ácido ascórbico al 0,1%, para que actúe como antioxidante y evite así el cambio de color del producto final (oscurecimiento). También ayuda a combatir los hongos y levaduras. En el tanque antes del calentador se adiciona ácido ascórbico con el objetivo de fijar la vitamina C y evitar el oscurecimiento de la pulpa durante el proceso.

Después se procede a un precalentamiento en esta operación se sube la temperatura de la pulpa proveniente de las deshuesadoras para mejorar la eficiencia en el refinado. En esta etapa la pulpa debe ser precalentada entre 45 - 50 °C lo cual facilita una eficaz acción de la enzima reguladora de la viscosidad para la elaboración de puré concentrado.

Después de precalentada la pulpa, pasa a una refinadora de dos etapas con malla de 1,2 mm en la primera etapa y de 0,6 mm en la segunda etapa, para eliminar fibras y restos de corteza. En este equipo se reduce el tamaño de partícula de la pulpa.

El juego refinado es depositado en dos tanques donde el producto es homogenizado y después es bombeado hacia el evaporador a doble efecto con circulación forzada, equipo en el cual por intercambio con vapor de agua se le extrae al puré, la esencia y



el agua que este contiene. Al evaporarse gran parte del agua que contenía el puré se obtiene concentrado (28-30 °Brix)

Este puré es enviado a la línea aséptica, donde se envasa en bidones con una bolsa de polietileno y otra aséptica con barrera de alta densidad, previamente pasando por un bloque de pasteurización y enfriamiento

Caracterización del proceso de producción de puré concentrado de mango aséptico
Tecnología base.

Selección. Generalmente se realiza por tamaño o color, entre otros criterios. La selección por tamaño se hace para obtener rendimientos satisfactorios y aumentar la eficiencia de producción. Con esta selección el productor estará garantizando un producto de calidad.

Lavado: Es una operación imprescindible en las frutas sucias, que traen tierra, sustancias desinfectantes (herbicidas, fungicidas, etc.) y que contienen en su superficie una abundante microflora. Con el lavado de las frutas se eliminan las suciedades y se logra detectar el estado real de las frutas y observar los defectos con más facilidad, permitiendo realizar una selección más precisa. Así también se eliminan arenillas y piedrecillas que afectan el resto del equipamiento tecnológico.

Escaldado: Se realiza con vapor o agua caliente generalmente a temperatura de 85 a 90 °C, con el objetivo de inactivar las enzimas, convertir la protopectina en pectina soluble y de hecho darle elasticidad a la textura de la fruta, modificar color y facilitar el envasado, a continuación, se enfría para detener el proceso, eliminar gases y facilitar la separación de la cáscara (mango).

Algunos autores definen la protopectina como la unión de la pectina con la celulosa. El escaldado debe darse en un tiempo corto, solo el necesario, para evitar pérdidas de nutrientes.



En el escaldado deben utilizarse aguas blandas para evitar que las sales de calcio y magnesio se combinen con la pectina mediante lo cual ocurren cambios indeseables en la consistencia, por las sales dobles insolubles que se forman.

El tiempo de duración del escaldado y temperatura depende del tipo de fruta o vegetal, el máximo oscila entre 2 y 10 minutos para las frutas grandes y vegetales duros y consistentes, por lo general es de 2 a 4 minutos y para las frutas delicadas de 1 a 2 minutos.

Cuando se desea ablandar la materia prima se utiliza un tiempo más prolongado de precocinado de 10 a 20 minutos.

El escaldador continuo con agua es más eficiente, no debe permitirse la formación de espuma en el mismo.

- Selección final: Se seleccionan en esteras donde irán en una sola camada y colocados de forma tal que estos no ocupen más del 75% de la superficie de trabajo. Se elimina a las frutas aquellas partes que no deben pasar al proceso y que no constituyen más del 50% de su superficie, siendo estas podridas, atacadas por plagas, insectos, magulladuras apreciables etc.
- Despulpado: Para la ejecución de esta operación se utiliza extractor horizontal previsto de paletas tubulares y ajustadas a las especificaciones de trabajo. En esta operación se ha de tener en consideración lo siguiente:

La separación de los tubos de la malla está en función de la variedad que se procese y se entiende que el ajuste en este aspecto es suficiente cuando en el funcionamiento del equipo a las semillas no les quede adherida pulpa en cantidades apreciables, las mismas estén enteras y la cáscara solo se va fragmentando en tres o cuatro partes estando exentas de masa.

- Repasado. Se realiza con el objetivo de eliminar a las pulpas la cáscara o restos de semillas mediante su pasado por mallas finas. Pueden utilizarse repasadores de tres etapas con mallas de 1,2; 0,9; 0,8 y 0,6 mm y las más eficientes actualmente son los turbo repasadores, permiten su regulación con

más facilidad, cambio de malla y por ello hacen más eficiente la operación y el proceso productivo.

- **Pasteurización:** Tratamiento térmico que se le da al producto para disminuir la carga microbiana y lograr una esterilidad comercial a temperatura de 100 °C e inferiores y un tiempo determinado en dependencia de su pH .Con un posterior enfriamiento para lograr una adecuada temperatura de llenado y tapado. Se puede realizar en tachos abiertos, baño marías e intercambiadores de calor tubular o de placas.
- **Llenado:** En el llenado se debe dejar un espacio de cabeza que permita la dilatación del producto y este debe ser el mínimo necesario para que quede menos cantidad de aire ocluido y facilite el vacío.

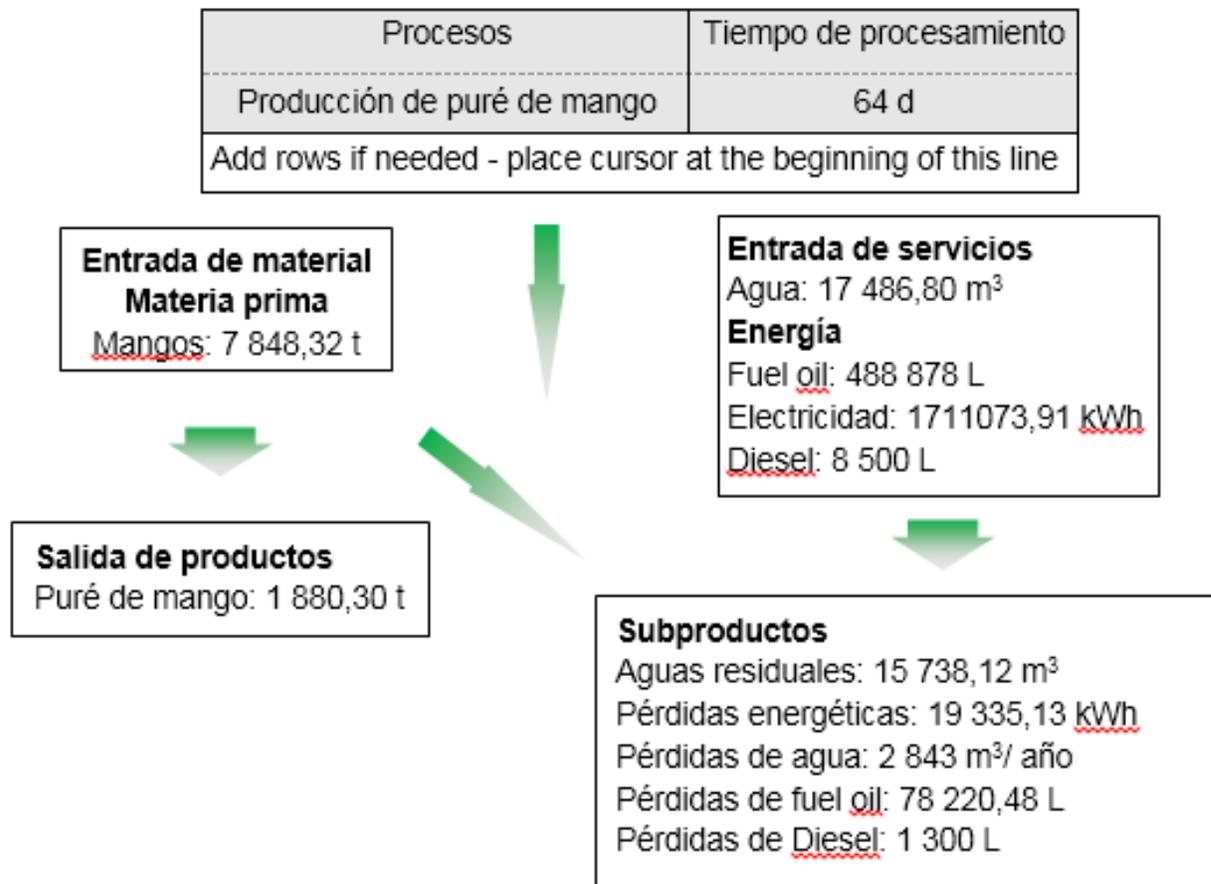


Figura 2. Desarrollo de un análisis de entrada/salida

3.3. Metodología para identificar los focos que generen opciones de PML

El principal objetivo de una evaluación de PML es obtener la identificación y evaluación de oportunidades que minimicen la producción de todo tipo de residuos y emisiones además utilizar los recursos del modo más eficiente posible.

La metodología de PML desarrollada por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) está integrada por cinco fases y cada una de ellas contempla varias actividades.

Fase I: Planeación y organización.

Fase II: Evaluación previa.

Fase III: Evaluación.

Fase IV: Estudios de factibilidad.

Fase V: Implantación.

❖ Fase I: Planeación y organización.

Los cuatro objetivos fundamentales que corresponden a esta etapa son:

- Involucrar y obtener el compromiso de la dirección.
- Establecer el equipo conductor del proceso.
- Definición de objetivos parciales y finales (metas de PML)

Según el Manual de PML en el sector industrial, en consulta realizada en febrero 2021 los objetivos pueden ser definidos en términos cualitativos, pero siempre que sea posible es preferible cuantificarlos. De igual forma es importante llevar a cabo revisiones periódicas de los objetivos, de acuerdo con los resultados que se vayan obteniendo. Algunos criterios a considerar en la formulación de los objetivos o metas son:

- ✓ Efectos en la salud.
- ✓ Metodología de disposición final de residuos.

- ✓ Incremento en la productividad.
- ✓ Emisiones contaminantes al aire, agua y/o suelo.
- ✓ Costo por confinamiento de residuos y/o emisiones.
- ✓ Condiciones de operación y proceso.
- ✓ Costos por consumos de materias primas y energéticos.
- Identificar barreras y soluciones.

Las principales barreras que pueden encontrarse son las siguientes:

- ✓ Actitud pesimista del personal y de la dirección.
- ✓ Falta de comunicación interdepartamental.
- ✓ Problemas económicos.
- ✓ Carencia de información tecnológica.

Algunas actividades recomendadas para superar las barreras son:

- ✓ Sensibilización de los beneficios económicos y ambientales.
- ✓ Presentación de estudios de caso de proyectos anteriores y los éxitos conseguidos con ellos.
- ✓ Recopilación de innovaciones tecnológicas de otras empresas del mismo sector.
- ✓ Presentación de resultados de evaluaciones económicas y ambientales de las actuales condiciones de producción en la empresa.

❖ Fase II: Evaluación previa.

En esta etapa se realizará una inspección visual en las diferentes líneas de producción, con el único propósito de concretar las condiciones de operación, mantenimiento y limpieza de las instalaciones y de esta forma especificar donde evaluar las opciones de producción más limpia. Los objetivos fundamentales para llevar a cabo esta etapa son:

- Desarrollo del diagrama de flujo del proceso.
- Identificación de las entradas y salidas de materias primas y auxiliares, incluyendo agua y energía; y su posición en el diagrama de procesos.

Se han de identificar todas las entradas de materias primas y auxiliares, incluyendo agua y energía, y su posición en el diagrama de proceso.

- Identificación de los destinos finales.
- Determinación de los niveles iniciales de recirculación interna, de reciclado y de reutilización.
- Realización de una inspección visual sobre el terreno.

❖ Fase III: Evaluación.

Esta fase es donde se lleva a cabo la metodología para el desarrollo de las opciones de producción más limpia y para ello se hace necesario seguir los siguientes aspectos que se deben tener en cuenta para la elaboración de esta etapa.

- Completar los balances de materia y energía.

Los balances de materia y energía sirven para estimar los costos de operación del proceso o bien determinar las entradas y salidas no cuantificadas.

- Investigar el potencial de segregación de las corrientes.
- Evaluar las causas

Una vez elaborado el balance de materia y energía, este debe de ser utilizado como la herramienta básica para proporcionar las respuestas necesarias del ¿Por qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo? y ¿Cuánto? se generan dichas emisiones y residuos o de cualquier otra situación de interés para el equipo.

Con esta base pueden ser determinadas que variantes hay que cambiar y/o modificar para lograr una adecuada actividad productiva. Estas variantes pueden deberse a diversos factores tales como:

3.4. Causas relacionadas con la materia prima que afecta la actividad productiva:

- ✓ Calidad de materias primas
- ✓ Escasez de materiales
- ✓ Sistema de administración de compras
- ✓ Inadecuado almacenamiento

3.4.1. Causas relacionadas con la tecnología:

- ✓ Falta de mantenimiento e inadecuada operación
- ✓ Mal diseño del proceso o del equipo
- ✓ Mala disposición de las Instalaciones
- ✓ Tecnología obsoleta

3.4.2 Causas relacionadas con las prácticas operativas:

- ✓ Falta de personal calificado
- ✓ Desmotivación de los empleados

3.4.3. Causas relacionadas con los residuos

- ✓ No se tiene un programa de rehúso o reciclaje.
- ✓ No se tiene una estimación de costos por el concepto de generación de residuos
- Generar opciones de PML.

Una vez que se conocen las fuentes de generación de residuos y emisiones; así como las fuentes de desperdicios de materias primas y energéticas se inicia la búsqueda de medidas correctivas.

1. Seleccionar las opciones de PML

Una vez que han sido generadas las opciones de PML, estas deben ser seleccionadas, de acuerdo a los criterios de factibilidad, costos de implantación, rentabilidad, etc.

3.5. Determinación de las cargas contaminantes con tecnologías y sus mejoras

Para la determinación de las fuentes de impacto ambiental se siguen las siguientes etapas:

3.5.1 Diagnóstico:

En esta etapa se realiza la caracterización de la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”, abarcando su ubicación, composición y estructura actual. Además se describen las condiciones climáticas y características del área donde se ubica la entidad.

3.5.2. Pronóstico:

Se identifican y valoran las fuentes de impacto ambiental derivadas del proceso productivo en general y se determinan los impactos negativos que ejercen mayor influencia en la entidad.

3.5.3. Control

Se indican las medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos de la actividad productiva de la UEB, los que se recogen en un plan de acción, donde se identifican el plazo para realizarse y el responsable de su ejecución.

3.5.4. Monitoreo

Se establece un programa de monitoreo sistemático, que garantiza el control continuo de los parámetros y normas cubanas que establecen los límites permisibles para la descarga de residuales líquidos a cuerpos receptores.

3.6. Evaluación de los beneficios económicos, ambientales y sociales con la PML

En esta etapa se efectuará una evaluación económica con la finalidad de determinar si las opciones a implantar son adecuadas ofreciéndole ganancias a la empresa.

La evaluación económica se hace considerando los criterios de:

- ✓ Tasa interna de retorno
- ✓ Valor presente y futuro de la inversión
- ✓ Período de recuperación

3.7. Evaluación del consumo de agua, portadores energéticos y materia prima con la estrategia de PML.

En las tablas 3, 4 y 5 se presenta el desarrollo de balance de masa y energía, el balance de agua y energético

Tabla 3. Balance de masa de la producción

Proceso: Producción de Puré Concentrado aséptico de Mango.					
Entrada		Fuente	Producción		Fuente
Mango	7 848,32 t	Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón"	Puré de Mango Concentrado aséptico	1 880,30 t	Dpto de economía

Tabla 4. Balance de Agua

Proceso: Puré de Mango Concentrado aséptico					
Entrada		Fuente	Salida		Fuente
TOTAL	17 486,80m ³ / año	Medido	TOTAL	18 581,12	
Agua de uso general	9 360 m ³ / año	Calculado	Efluente ind.	15 738,12 m ³ / año	Medido
Agua de lavado	1 725,4 m ³ / año	Calculado	Pérdidas		
Agua de limpieza	1 365,25 m ³ / año	Calculado	Evaporador	1 825 m ³ / año	Calculado
Agua para producción	2 536,15 m ³ / año	Calculado	Otras pérdidas*	1 018 m ³ / año	Calculado
Agua de enfriamiento	1 250 m ³ / año	Calculado			
Agua suavizada	1 250 m ³ / año	Calculado			

Tabla 5. Balance Energético

Proceso: Puré de Mango Concentrado aséptico				
Entradas		Fuente	Salida	Fuente
			Pérdidas	
Energía eléctrica	1 711 073,91 kWh		19 335,13 kWh	Área Energética
Fuel oil	488 878 L	CUPET	78 220,48 L	Área Energética
Diesel	6 500 L	CUPET	1 300 L	Área Energética

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la evaluación fueron identificadas ocho opciones de PML, de ellas el 50% correspondía a Buenas Prácticas de Producción, el 36% a cambios tecnológicos y un 14% al uso y rehúso de corrientes e inversiones.

Durante la evaluación en la línea de puré de mango se identificaron opciones básicamente de organización y buenas prácticas para reducir el número de días de campaña y llegar alcanzar más del 50% de su capacidad mejorando la calidad de la producción. Por otro lado, se establecieron sistemas de ordenamiento de campaña que permitieron mejorar la entrega estable de frutas a la industria, disminuir el número de paradas por esta causa y elevar los rendimientos, ahorrando en 0,5 t de frutas por toneladas de puré de mango.

Opción 1. Mejorar disciplina y condiciones para reducir consumo de agua y tiempo en las limpiezas tecnológica

Tabla 6. Resultados sobre reducción y Consumo de agua.

AHORRO DE AGUA	5 120 M ³
Ahorro en costo de agua	65 792 CUP
Ahorro por energía eléctrica	8 837,7 CUP
Efecto Económico total	74 629,7 CUP
Inversión	837 CUP
Período de recuperación	0,011 año
Efecto Medioambiental	2,35 t de CO ₂

Situación actual.

El proceso de limpieza requiere hasta de 4 horas para su ejecución debido a la gran cantidad de ramas y tierra que traen los frutos de mango del campo que caen al piso por no disponer debajo del elevador de rodillos y la mesa de selección de una tolva de recolección del material indeseable que cae. Además, no se empleaba la limpieza mecánica para barrer los sólidos.

Recomendaciones.

Se recomienda aplicar la limpieza mecánica para eliminar los sólidos de pisos, paredes, equipos y adquirir el material necesario para elaborar la tolva de recuperación de suciedad con el objetivo de reducir el tiempo de limpieza y consumo de agua. Además, se recomienda capacitar al personal sobre el uso racional del agua ya que en muchos lugares no hay fugas, pero no se cierran correctamente las llaves o se dejan abiertas mientras realizan otras actividades.

Resultados.

Estimación del ahorro de agua reduciendo el tiempo de limpieza de 4 a 2 horas:

Agua destinada a la limpieza tecnológica: 40 m³/ horas.

Consumo de agua en la limpieza tecnológica en 4 horas: 160 m³

Consumo de agua en la limpieza tecnológica en 2 horas: 80 m³

Reducción de agua: 80 m³* 64 días = 5 120 m³/ año

Costo del agua: 12,85 CUP/ m³

Ahorros económicos.

$5\ 120\ m^3 * 12,85\ CUP/ m^3 = 65\ 792\ CUP$

$(5\ 120/84) 30 + (5\ 120/96) 22 = 1\ 828,57 + 1\ 117,33 = 2\ 945,9\ kWh$

$2\ 945,9\ kWh * 3\ CUP/ kWh = 8\ 837,7\ CUP$

Efecto Económico total: 74 629,7 CUP

Inversión necesaria.

Costo de los escobillones: 27,90 CUP

No de escobillones necesarios por campaña: 30

Total, de inversión por concepto de escobillones: 837 CUP

Período simple de recuperación de la inversión.

De acuerdo con los ahorros económicos estimados de 74 629,7 CUP/ año y la inversión de 837 CUP la aplicación de esta medida tendrá un período de recuperación de 0,011 año.

Evaluación ambiental.

Desde el punto de vista ambiental la eliminación de un volumen de 5 120 m³ de agua por campaña reduce el volumen de efluentes a tratar en la planta de tratamiento elevando la eficiencia de remoción del sistema al aumentar el tiempo de permanencia de los efluentes en el sistema.

$$2\,945,9 \text{ kWh} * 799 \text{ g de CO}_2 / \text{kWh} = 2,35 \text{ t de CO}_2$$

El ahorro de esta cantidad de agua equivale a una población de 25,6 habitantes considerando un consumo de 200 litros por habitantes.

Opción 2. Eliminar fugas de vapor.

Los resultados sobre el ahorro de fuel oil se presentan en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados sobre ahorro de fuel oil

AHORRO DE FUEL OIL	11 379,2524 L
Ahorro en costo de portadores energético	28 448,13 CUP
Inversión	15 000 CUP
Período de recuperación	0,53 años
Reducción de emisiones de CO ₂	33,97 t

Situación actual.

En general la industria cuenta con un buen mantenimiento en la reparación de fugas de vapor sin embargo durante la inspección se detectaron algunas fugas.

Recomendaciones.

Se recomienda reparar todas las fugas de vapor y monitorear periódicamente las válvulas.

Resultados.

Datos utilizados para hacer la evaluación:

D: Diámetro de la fuga

Presión en la línea de vapor: 6,6 bar

Temperatura en la línea de vapor: 162,6 °C

Entalpía del vapor a 6,6 bar: 2 759,51 kJ/kg

Entalpía del agua de alimentación a 60°C: 251,09 kJ/kg

Eficiencia de la caldera: 90%

Horas de operación al año: 750 h

Las evaluaciones se realizaron utilizando las siguientes ecuaciones:

$$\text{vapor que se fuga} = \frac{(0,8 \times 0,4118 \times 3,14) \times \left(\frac{D}{25,4}\right)^2 \times (P \times 14,502) \times 0,4536}{4 \sqrt{1,8 \times (T + 273,5)}}$$

La tabla 8 presenta los resultados de las evaluaciones de las fugas de vapor obtenidos al realizar las evaluaciones.

Tabla 8. Evaluación de las fugas de vapor

Cantidad de fugas	Diámetro	Total de flujo de fuga kg/s	Calor perdido kJ/año	L de fuel oil
6	0,75	0,002541054	67 034 141,23	2 068,95498
3	2,25	0,011434745	301 653 635,5	9 310,29739
9		0,0139758	368 687 776,73	11 379,2524

Calor perdido = flujo de vapor al año * (entalpía del agua - entalpía del agua de)
Caliente o vapor alimentación

El ahorro por consumo de energía primaria

Ahorro por consumo = Energía contenida en el vapor/ Eficiencia de la caldera

Ahorro económico.

11 379,2524 L * 2,5 CUP/ L= 28 448,13 CUP

Inversión.

La inversión necesaria para aplicar esta medida sería de 15 000 CUP e incluye la compra de una válvula Spirax Sarco, el costo de la soldadura y empaques.

No se consideran los costos de instalación, ya que esta la pueden hacer el personal de mantenimiento

Periodo simple de recuperación de la inversión.

De acuerdo con los ahorros económicos estimados de 28 448,13 CUP / año y la inversión de 15 000 CUP la aplicación de esta medida tendrá un período de recuperación de 0,53 años.

Evaluación ambiental

Con el ahorro de la energía se logra una reducción de emisiones de CO₂ de:

Disminución de CO₂= 11 379.2 L/ año * 2 986 g CO₂/ L= 33.97 t de CO₂.

Opción 3. Reducir el consumo energético de la planta de tratamiento con paralización temporal de un aerador por reducción de la concentración de la carga contaminante.

Los resultados obtenidos por la paralización temporal de un aerador se presentan en la tabla 9

Tabla 9. Resultados obtenidos por la paralización temporal de un aerador.

Ahorro energético	1 664 kWh
Ahorro en costo de energía	4 992 CUP
Inversión	0
Período de recuperación	inmediato
Reducción de emisiones de CO ₂	1,32 t de CO ₂

Situación actual.

El mecanismo de remoción de la planta de tratamiento está constituido básicamente por lodos activados por lo que requiere aireación forzada para la biodegradación de los efluentes industriales. Esta planta estaba diseñada para trabajar con una carga contaminante de 3 766 mg/L por lo que se requieren cuatro aereadores para mantener una eficiencia de remoción del 98%.

Recomendaciones.

Con la reducción de la carga contaminante por las medidas propuestas de reducción del volumen de las aguas utilizadas en la limpieza tecnológica, el agua vegetal del concentrador y la utilización del agua del primer efecto en el tanque de agua alimentar calderas hace que se reduzca el volumen de residuales a tratar en la planta a la vez que se debe tener en cuenta que cuando se está procesando puré de mango prácticamente el aprovechamiento de la planta de tratamiento es a un porcentaje reducido, por lo que se puede tomar la determinación de reducir a tres el trabajo de los aereadores y de esta forma en horario pico se ahorrará la potencia eléctrica correspondiente a uno de ellos, manteniendo la eficiencia de remoción del sistema del 98% .

Resultados.

Potencia eléctrica de un Motor: 26 kWh

Tiempo de labor: 64 días/ campaña

Cálculo de ahorro

$26 \text{ kWh} \cdot 4 \text{ H} \cdot 64 \text{ días /campaña} = 1\ 664 \text{ kWh}$

Cálculo de ahorro energético

$1\ 664 \text{ kWh/ campaña} \cdot 3 \text{ CUP/ kWh} = 4\ 992 \text{ CUP}$

Inversión.

No se requiere ninguna inversión para la realización de esta medida

Periodo simple de recuperación de la inversión.

Inmediato

Evaluación ambiental.

Este ahorro de energía tendrá una disminución de emisiones de CO₂ de:

$$1\ 664\ \text{kWh/ campaña} * 799\ \text{g CO}_2 / \text{kWh} = 1,32\ \text{t de CO}_2.$$

Opción 4. Sustitución parcial del agua suave por el agua del primer efecto del concentrador en la alimentación de la caldera.

En la tabla 10 se observan los resultados obtenidos con la sustitución parcial del agua suave

Tabla 10: Resultados obtenidos con la Sustitución parcial del agua suave

Ahorro de fuel oil	2 700,6L/campaña
Ahorro en costo de portadores energético	6 751,5 CUP
Ahorro en costo de agua	2 812,5 CUP
Ahorro en costo de Energía Eléctrica	340,87 CUP
Ahorros totales	9 904,87 CUP
Inversión	3 500 CUP
Período de recuperación	0,42 año
Reducción de emisiones de CO ₂	11,5 t

Situación actual.

Durante la concentración puré de mango concentrado aséptico en el primer efecto del evaporador se obtiene un agua a 50 °C que actualmente es enviada a la planta de tratamiento.

Recomendaciones.

Se recomienda emplear esta agua en la alimentación de la caldera para reducir el consumo de combustible y los costos del agua tratada por poseer esta agua las características necesarias para estas funciones.

Resultados.

Volumen de agua recuperada del evaporador: 750 m³/ campaña

Temperatura del agua: 50 °C

Consumo actual de calor

$$Q = mc\Delta t.$$

$$Q = 750 \cdot 10^3 \cdot 4,2 \text{ KJ/ kgK} (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})$$

$$Q = 236\,250 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

Empleando el agua del concentrador.

$$Q = 750 \cdot 10^3 \cdot 4,2 (100^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})$$

$$Q = 157\,500 \cdot 10^3 \text{ KJ}$$

$$\text{Diferencia de } Q = 236\,250 \cdot 10^3 \text{ KJ} - 157\,500 \cdot 10^3 \text{ KJ} = 78\,750 \text{ MJ}$$

Cálculo de consumo de fuel oil.

$$78\,750 \text{ MJ} / 0,9\% \cdot 32,4 \text{ MJ} = 2\,700,6 \text{ L/ campaña}$$

(Valor calórico del fuel = 32 400 KJ/L)

Ahorro económico

Costo del fuel oil: 2,5 CUP/ L

$$2\,700,6 \text{ L/ año} \cdot 2,5 \text{ CUP / L} = 6\,751,5 \text{ CUP}$$

Costo del agua suave: 3,75 CUP / m³

$$\text{Ahorros} = 750 \text{ m}^3 \cdot 3,75 \text{ CUP / m}^3 = 2\,812,5 \text{ CUP}$$

Sí esta agua se extrae del pozo y se bombea al tanque elevado, habría un gasto de energía eléctrica equivalente a:

Bomba de pozo profundo: 84 m³/H – 30 kWh

Bombas de tanque elevado: $96 \text{ m}^3/\text{H} - 22 \text{ kWh}$

$$(750/84)*30+(750/96)*22=267,9+171,9= 439,8 \text{ kWh}$$

Efecto económico: $439,8 \text{ kWh} * 0,775 \text{ CUP}=340,84 \text{ CUP}$

Efecto medio ambiental: $439,8*799 = 0,4 \text{ t de CO}_2$

Ahorros totales= Ahorro por consumo de fuel oil + Ahorro por tratamiento de agua +
Ahorro consumo de energía eléctrica

$$\text{Ahorros totales} = 6\ 751,5 \text{ CUP} + 2\ 812,5 \text{ CUP} + 340,84 \text{ CUP} = 9\ 904,84 \text{ CUP}$$

Inversión.

Tanque para almacenar agua del primer efecto del evaporador: Existe en la planta de cítricos.

Tuberías codos y uniones para enviar el agua hacia el área de la caldera: Se aprovecha toda la instalación de cítricos y solo hay que adicionar 7 m de tubería y alguna fitería

Costo de la tubería: 25 CUP/m

Longitud de la tubería: 7 m

Costo del aislamiento de la tubería. 250 CUP/m

Costo total: $25 \text{ CUP} * 7\text{m} * 250 \text{ CUP/ m} = 43\ 750 \text{ CUP}$

No se consideran los costos de instalación, ya que esta la pueden hacer el personal de mantenimiento.

Periodo simple de recuperación de la inversión

De acuerdo con los ahorros económicos estimados de 9 904,84 CUP / año y la inversión de 43 750 CUP la aplicación de esta medida tendrá un período de recuperación de 0,42 años.

Evaluación ambiental

Con el ahorro del combustible y la energía eléctrica se logra una reducción de emisiones de CO₂ de:

Disminución de CO₂ = 2 700,6 L/campaña * 2 986 g CO₂/ L + 439,8*799 = 8,0 + 3,5 = 11,5 t de CO₂

Opción 5. Sustituir el fertilizante químico empleado en los autoconsumos por los lodos biológicos obtenidos en la planta de tratamiento de residuales industriales

En la tabla 11 se presenta el estimado del ahorro obtenido con la sustitución de fertilizante químico.

Tabla 11: Estimado del ahorro obtenido con la sustitución de fertilizante químico.

AHORRO ESTIMADO POR SUSTITUCIÓN DE FERTILIZANTE QUÍMICO.	18 000 CUP
Inversión	0

Situación actual

La planta de tratamiento produce un excedente de lodos activados durante su funcionamiento que son secados en los lechos de secados. Se producen 30 t de lodos activados por campaña. La empresa cuenta con áreas de autoconsumos que abastece a los comedores de viandas y vegetales que son procesados en el comedor obrero para el alimento de los trabajadores.

Recomendaciones

Se recomienda por las características de este lodo y el contenido de la materia orgánica aplicar como abono orgánico en autoconsumos y eliminar el uso de fertilizantes químicos contribuyendo a una alimentación más sana para los trabajadores.

Resultados

La tabla 12 muestra la caracterización físico- química realizada a los lodos

Tabla 12. Caracterización de los lodos biológicos.

pH	% hum	C.E	%SST	Cl ⁻ (mg/Kg)	Na ⁺ (mg/Kg)	M.O %	N %	P %	K %	Na %
8,45	16,80	0,94	0,30	51 918	2 141,1	80,46	4,96	1,19	0,50	0,67

Fuente: Análisis del Dpto de Biología, Instituto de Suelos, MINAG.

Producción anual de lodos: 30 t

Costo de la tonelada de los bioabonos: 600 CUP/ t

Ahorro estimado: 30t* 600 CUP/ t = 18 000 CUP

Inversión necesaria

Para esta medida solo se necesitaría que el trabajador que atiende las áreas de autoconsumo recoja este producto en el plato de secado de la planta de tratamiento con sus medios de trabajo como carretillas, palas, etc.

Total de la inversión: 0

Periodo simple de recuperación de la inversión

Inmediato

Evaluación ambiental

El bioabono extraído de la planta de tratamiento contiene un 80,46% de materia orgánica que favorece las condiciones del suelo haciéndolo más productivo además de otros micro y macroelementos. Por otro lado no es necesario emplear los fertilizantes químicos que dejan residuos en los cultivos y afectan la salud humana.

Opción 6.Utilización del agua tratada en la planta de tratamiento de residuales en el autoconsumo de la Empresa.

Los resultados obtenidos por la reutilización del agua tratada se presentan en la tabla 13.

Tabla 13: Resultados obtenidos por la reutilización del agua tratada.

Ahorro de agua dejada de extraer m ³ /año	3 750 m ³ /año
Ahorro por agua dejada de extraer	14 062,5 CUP
Ahorro por agua dejada de verter.	750 CUP
Ahorro de Energía eléctrica estimado por dejar de bombear esta agua.	1 036,95 CUP
Efecto económico total	15 849,45 CUP
Efecto sobre el Medio Ambiente	1,0 t de CO ₂
Recuperación de la Inversión.	Inmediato

Situación actual

La planta de tratamiento entrega su agua residual cumpliendo los parámetros de vertimiento según la Resolución 27 de 1999 le recomendamos a la empresa que podía irrigar sus campos con esta agua y el personal de nuestro autoconsumo está utilizándola por lo que se está dejando de extraer en la empresa para esa actividad la cantidad estimada de 50 m³ diarios por lo que como el autoconsumo necesita esta cantidad todo el año, calculamos 75 días de riego con el correspondiente ahorro de agua.

$$75 \cdot 50 \text{ m}^3 = 3\,750 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$3\,750 \cdot 1,25 + 3\,750 \cdot 10 \cdot 0,25 = 14\,062,5 + 750 = 14\,812,5 \text{ CUP}$$

La bomba que extrae el agua con la que se riega el autoconsumo es de 30 KWh y tiene una capacidad de 84 m³/H, por lo que para extraer toda el agua que se consume en el año sería necesario que trabajara $3\,750 \text{ m}^3 / 84 \text{ m}^3/\text{H} = 44,6$ horas y por tanto la potencia eléctrica dejada de consumir de la red sería de $44,6 \cdot 30 = 1\,338$ KWh

$$\text{Ahorro económico: } 1\,338 \cdot 0,775 = 1\,036,95 \text{ CUP}$$

$$\text{Efecto sobre el medio ambiente: } 1\,338 \cdot 799 \text{ g de CO}_2/\text{kWh} = 1,0 \text{ t de CO}_2$$

Inversión

Se utilizó la tubería existente, solo se cambió de lugar por parte del personal de mantenimiento de la empresa, por lo que el costo fue insignificante.

Recomendaciones

Se le recomienda a la empresa que use el resto del agua en sus plantaciones para de esta forma no tener que tomar la del Manto para esa actividad. Para lo anterior se le hizo un análisis al agua en un laboratorio acreditado (IIIA) y se le mostraron los resultados obtenidos por éste.

Tabla 14. Caracterización físico- química realizada al agua.

Indicadores	Norma de vertimiento	Salida de efluente
PH	6-9	7,6
Conductividad	1 500 μ S/cm	784
Temperatura	40 °C	24
Grasas y Aceites	5 mg/L	5
M.Flote	Ausente	Ausente
DBO	40 mg/L	37
DQO	90 mg/L	74
Coliformes Totales	100 NMP/100ml	< 2,2

Opción 7. Cambiar trampas de vapor.

Los resultados obtenidos después de reparar las trampas de vapor se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Resultados obtenidos después de reparar las trampas de vapor.

Ahorro de fuel oil	2 693,8 L/ AÑO
Ahorro en costo de portadores energético	6 734,5 CUP
Inversión	12 500 CUP
Período de recuperación	1,8 años
Reducción de emisiones de CO ₂	8,04 t de CO ₂

Situación actual.

Durante el funcionamiento de los concentrador no todas las válvulas y trampas están debidamente reguladas provocando pérdidas de condensado y vapor.

Recomendaciones.

Se recomienda cambiar y regular las cinco trampas de vapor que se encuentran en mal estado.

Resultados.

Se determinó el nivel de fugas por la inyección de vapor a la línea de condensado y las temperaturas a las que se encontraban los condensados y el vapor generado.

La caracterización de las fugas de vapor se observan en la tabla 16.

Tabla 16. Caracterización de las fugas de vapor.

Diámetro de fuga D	6 mm	Entalpía de vapor a 162,6 °C	2 759,51 kJ/Kg
Horas de operación al año	2 880	Temperatura del agua de alimentación a la caldera	251,09 kJ/ kg
Temperatura de vapor	162,6°C	Poder calórico del fuel oil	10 307,57 kcal/ kg
Presión de vapor	6,6 bar		

$$\text{Vapor de fuga} = \frac{(0,8 \times 0,4118 \times 3,14) \times \left(\frac{D}{25,4}\right)^2 \times (P \times 14,502) \times 0,4536}{4 \sqrt{1,8 \times (T + 273,15)}}$$

Los resultados del análisis se presentan en la tabla 17.

Tabla 17. Resultados del análisis.

Cantidad de fugas	Diámetro	Total de flujo de fuga kg/s	Calor perdido kJ/año	L de fuel oil/ año
5	6	0,135522903	3575 154 199	110 344,265

$$Q \text{ (KJ/año)} = \text{Flujo de vapor de fuga} \times 3600 \text{ s/h} \times 750 \text{ h/año} \times (2\,759,51 - 251,09)$$

El ahorro por consumo de energía primaria

$$\text{Ahorro de fuel por consumo} = \text{Energía contenida en el vapor} / \text{Eficiencia de la caldera} \times 3\,600 \text{ kJ/L}$$

Ahorro económico.

$$2\,693,8 \text{ L/año} \times 2,5 \text{ CUP/L} = 6\,734,5 \text{ CUP}$$

Inversión

La aplicación de esta oportunidad implica comprar trampas con cuerpo y tapa en hierro fundido y partes activas en acero inoxidable lo cual requiere una inversión de 12 500 CUP.

No se consideran los costos de instalación, ya que esta la pueden hacer el personal de mantenimiento

Periodo simple de recuperación de la inversión

De acuerdo con los ahorros económicos estimados de 6 734,5 CUP / año y la inversión de 12 500 CUP la aplicación de esta medida tendrá un período de recuperación de 1,8 años.

Evaluación ambiental

Con el ahorro de la energía se logra una reducción de emisiones de CO₂ de:

Disminución de CO₂= 2 693,8 L/ año * 2 986 g CO₂/ L= 8,04 t de CO₂.

Opción 8. Control de tiempo de trabajo y cálculo de índices de consumo de los montacargas.

En la tabla 18 se presentan los resultados obtenidos después del monitoreo realizado a los montacargas

Tabla 18. Resultados obtenidos después del monitoreo realizado a los montacargas.

Ahorro de Portadores (diesel)	320 Litros
Efecto Económico	2 198,4 CUP
Inversión	0
Efecto Medioambiental	1,1 t de CO ₂

Situación inicial

Como última opción se analizó el gasto de combustibles de los montacargas ya que entendíamos que éste era superior al necesario, por lo anterior se decidió lo siguiente:

Recomendaciones.

Calcular el índice de consumo real de los montacargas, de la forma estipulada y controlar sistemáticamente el tiempo de trabajo de los mismos, para servirlos en dependencia de su índice y del tiempo real trabajado.

Después de varios días se llegó a definir que el índice real era de 2 Litros/Hora, por lo que el jefe inmediato es el responsable de controlar el tiempo de real de trabajo y en base a éste servirlos.

Se calculó en base a los gastado y la producción realizada durante el año anterior y se estableció un índice de 2,5 L/h por lo que en esta temporada gracias a la atención

inmediata de este problema hubo un ahorro más, que, aunque pequeño no por ello menos importante.

Cálculos:

$$\begin{aligned} &(\text{Índice anterior} - \text{Índice actual}) * \text{Cantidad de horas trabajadas} = + \text{Ahorro} - \text{Gasto} \\ &(2,5 \text{ Litros/Hora} - 2,0 \text{ Litros/Hora}) * 10 \text{ Horas/día} * 64 \text{ días/campaña} = \\ &320 \text{ Litros/campaña} * 6,87 \text{ CUP/Litro} = 2\,198,4 \text{ CUP} \end{aligned}$$

$$\text{Efecto Medio ambiental: } 375 * 2\,986 \text{ g de CO}_2/\text{Litro de Diesel} = 1,1 \text{ t de CO}_2$$

Como se puede observar la evaluación ambiental de la opción es positiva ya que dejamos de emitir hacia la atmósfera esa cantidad de CO₂.

Inversión: Ninguna.

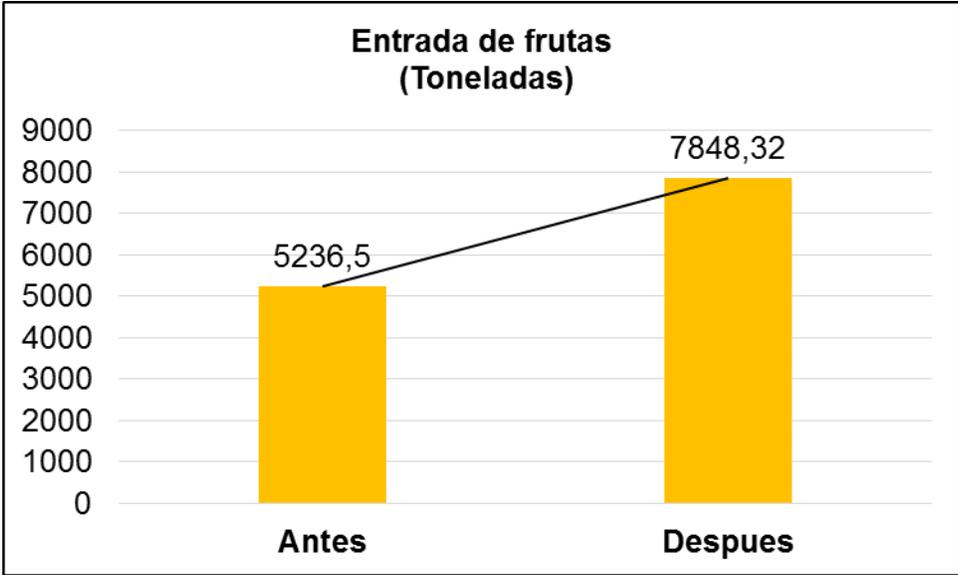


Figura 3. Producción alcanzada antes y después de implementar las opciones de PML

Consumo y costo de agua

La línea emplea un promedio de 17 486,40 m³ de agua potable en diferentes procesos como el transporte, lavado de frutas, la limpieza, la producción, el enfriamiento y agua tratada fundamentalmente para la alimentación de la caldera.

Sin embargo durante la producción de jugos concentrados se genera agua en el evaporador con temperaturas de 80°C en el primer efecto y condensado vegetal en los siguientes dos efectos de evaporación la cual no se aprovechan. Las medidas de PML implementadas en el manejo de agua permitieron un ahorro de 8 870 m³ lo que representa un ahorro de 83 417 CUP al año.

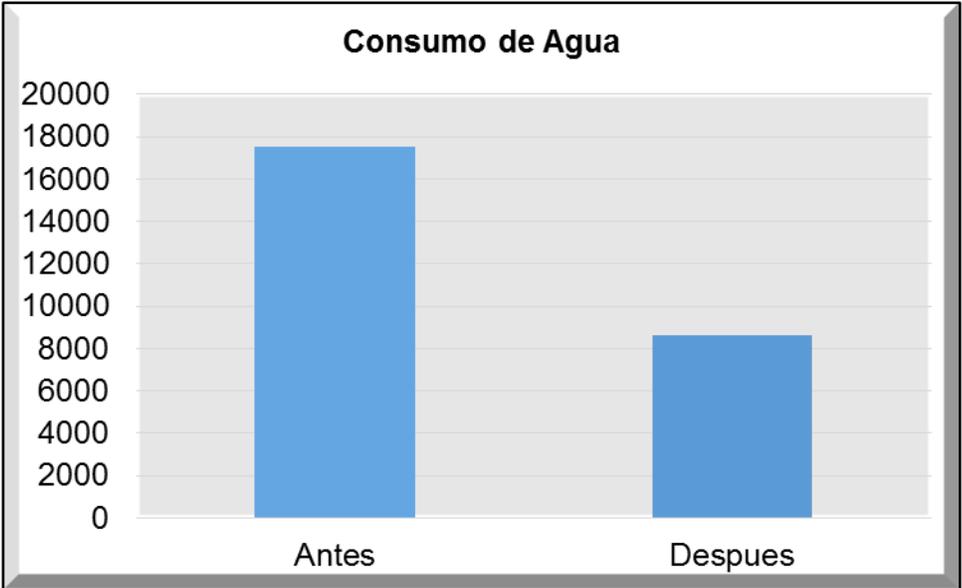


Figura 4. Reducción del consumo de agua durante la evaluación de PML

Consumo y costo de la electricidad

La empresa recibe este servicio de la red energética nacional. Para la evaluación del manejo energético se hizo un análisis de toda la industria por no contar con metros contadores por procesos y disponer solo de las estadísticas generales. Con las medidas ya implementadas se logró un ahorro de kWh/año para un ahorro económico de 15 207,52 CUP por este concepto. Existen ahorros adicionales que no se cuantificaron como bonificación a la industria por parte de la compañía eléctrica por trabajar con factor de potencia por encima de 0,92.

Consumo y costo del fuel oil

La empresa industrial cuenta con dos generadores de vapor que requieren fuel oil para su funcionamiento. El vapor generado se emplea básicamente para la

concentración del jugo, en la línea de frutas en el pelado del mangos, papayas y durante el calentamiento agua para la limpieza tecnológica de la planta de producción. La aplicación de las medidas implementadas permitieron lograr un ahorro de 16 773,6524 L de fuel, con un ahorro económico de 41 934,13 CUP.

Consumo y costo de diesel

Este portador se emplea básicamente para el transporte de materia prima, producto terminado, traslado de desechos sólidos y transporte de personal. Después de tomar medidas organizativas y aprovechar eficientemente la capacidad de los camiones para reducir el número de viajes se logró un ahorro de 320 L para un ahorro económico de 2 198,40 CUP.

Situación medioambiental

La caracterización de los efluentes industriales y comparación con las normas de vertimiento se presenta en la tabla 19.

Tabla 19. Caracterización de los efluentes industriales y comparación con las normas de vertimiento

Indicadores	Normas de vertimiento	Salida del efluente
pH	6-9	7,6
Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$	1 500	784
Temperatura	40	24
Nitrógeno total mg/L	5	< 5
Fósforo Total	10	<5
Grasas y aceites	5	5
Materia flotante	Ausente	Ausente
DBO mg/L	40	37
DQO mg/L	90	74

5. CONCLUSIONES

Del total de opciones identificadas 58% fueron implementadas alcanzando los siguientes resultados:

- Se obtuvo un ahorro del consumo de agua en 8 870 m³, de fuel oil de 16 773,6524 L, de diesel de 320 L y una reducción del consumo eléctrico en 1 664 kWh/año.
- Se obtuvo una reducción de la concentración de la carga contaminante en un 22% dejando de emitir 59,28 t de CO₂ a la atmósfera.
- Con la aplicación de las herramientas de PML se ha beneficiado a nuestra Empresa y al país, existiendo un ahorro económico total de 160 257,05 CUP.



6. RECOMENDACIONES

- Continuar diversificando las producciones con el objetivo de lograr el máximo de aprovechamiento a la fruta disponible y el montaje de nuevas líneas de producción para utilizar la infraestructura industrial existente.
- Extender el estudio de PML a otras áreas de la industria.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Bautista, P. 2015. Manejo de residuos y desechos de la industria de jugos [en línea]. Disponible en: <https://prezi.com/kxpmo8huncw3/manejo-de-residuos-y-desechos-de-la-industria-de-jugos> [Consulta: febrero, 11 2021].
2. Cabrera, Y. 2018. Evaluación de una propuesta de Producción más limpia en la UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”. Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Químico. Universidad de Matanzas
3. Calidad Total. [en línea]. Disponible en: <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/calidad-total> [Consulta: febrero, 11 2021].
4. CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2006. Curso de Formación de expertos en Producción Más Limpia. La Habana. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente.
5. CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2016. Estrategia Ambiental Nacional 2015-2020. La Habana, Cuba. 20 p.
6. Crosby, P. 1993. Hablemos de Calidad. McGraw Hill. México.
7. Cuatrecasas, I y González, J. 2017. Gestión Integral de la Calidad: Implantación, control y certificación. Editorial Profit. Barcelona, España. 295 p.
8. Davalos, L. 2015. Buenas Prácticas de Manufactura. Gestión de la Inocuidad de los Alimentos.
9. Deming, W. E. 1989. Calidad, productividad y competitividad: La salida de la crisis. Editorial Díaz de Santos, S. A. México. 131 p.
10. Departamento de Biología. 2019. Instituto de Suelo del MINAG.

11. Departamento de tecnología. 2018. Descripción del proceso productivo de la empresa de UEB Combinado Industrial “Héroes de Girón”. Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”. Documento de trabajo.
12. Diago, A y Font, E. 2017. Conjunto de capacitaciones en HACCP.
13. Eficiencia Energética. Uso eficiente de la energía [en línea]. Disponible en: www.soligest/org/seh-lilha.htm [Consulta: junio, 19 2021].
14. Feigenbaum, A. V. 1971. Control Total de la Calidad. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba.
15. Fernández, A. S.; Fernández, J. L.; Qualharini, E. y Rodríguez, M. J. 2015. Um estudo da Produção Mais limpa Gestão Ambiental. Augustus. 20(39): 52-64.
16. Franco, P. C. y Arias, J. L. 2013. Estado del arte de los sistemas de gestión ambiental y procesos de producción más limpia en empresas del sector productivo de Pereira y Dosquebradas. Académica e Institucional. (94): 75 - 88
17. González, R. 2005. La introducción de conceptos de producción más limpia en la actividad regulatoria. Centro de Inspección y Control Ambiental. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Cuba.
18. González, E. 2006. Inocuidad de los Alimentos.
19. Gutiérrez, H. y De La Vara, R. 2007. Control estadístico de Calidad y Seis Sigma. Segunda Edición. Guanajuato, México. 482 p.
20. Pilar, S. 2009. Inocuidad y calidad de los alimentos Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. Venezuela
21. Hurtado, H. Z. 2018. Aplicación de un procedimiento para la gestión de riesgos en el proceso productivo sacrificio de cerdos y obtención de bandas, piezas, carnes y vísceras. Trabajo de Diploma. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

22. Ishikawa, K. 1988. ¿Qué es el control total de la calidad? La Modalidad Japonesa. Editorial Revolucionaria, Ciudad de La Habana, Cuba.
23. Juran, M. y Gryna, M. 1993. Manual de control de la Calidad. Juran Institute. Cuarta Edición. Vol. 2. Mc Graw - Hill.
24. Marrero, A. 2020. Análisis estadístico de las principales variables del proceso de producción puré concentrado de mango aséptico, Cuba.
25. Medina, F. L. C.; Díaz, A. P. L. y Cárdenas, C. R. 2017. Sistema de gestión ISO 9001-2015: técnicas y herramientas de ingeniería de calidad para su implementación. Ingeniería Investigación y Desarrollo: I2+ D. 17(1): 59-69.
26. NC 136:2017. 2017. Sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) y directrices para su aplicación. Oficina Nacional de Normalización. Ciudad de La Habana, Cuba.
27. NC ISO 22000:2005. 2005. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos. Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. Suiza.
28. NC ISO 31000:2009. 2009. Risk management. Principles and guidelines.
29. NC ISO 9000:2005. 2005. Sistema de Gestión de la Calidad Fundamento y vocabulario.
30. NC ISO 9000:2015. 2015 Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
31. NC ISO 9001:2015. 2015. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. Publicado por la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el Translation Management Group
32. Otero, M. 2003. Errores de medicación y gestión de riesgos. Española de Salud Pública. 77(5): 527-540.

- 
33. Palma, H. G. H.; Parejo, I. B. y Sierra, D. M. 2018. Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. Criterio libre. 16(28): 169-185.
 34. Prieto, Y.; Espinosa, A.; Reyes, A. y Londoño, A. 2020. Diseño de un Plan de Auditoria Para el Programa de Auditoría Interna del Sistema de Gestión de Inocuidad Basado en el Plan (HACCP).
 35. Ramos, Y. 2013. Propuesta de un procedimiento que permita gestionar la inocuidad de los alimentos con enfoque sistémico. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.
 36. Serrano, N. Y. 2017. Inocuidad alimentaria como aspecto clave en el sistema de gestión de calidad en Elmer Company. Trabajo de pregrado en opción al título de Administración de Empresas Universidad Santo Tomás.
 37. Triana, C. A. 2021. Revisión de Importancia de los Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad para la eficiencia y competitividad empresarial. Trabajo en opción al título de Ingeniero Industrial. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD.

8. ANEXOS

Anexo 1. Tabla resumen de opciones de PML implementadas

Opciones de PML	Beneficios ambientales	Beneficios económicos	Inversión CUP	Período de recuperación años
1. Mejorar disciplina y condiciones para reducir consumo de agua y tiempo en las limpiezas tecnológica	Ahorro de 5 120 m ³ de agua potable, que representan una reducción de emisiones de CO ₂ de: 2,35 t de CO ₂ .	74 629,70 CUP	837 CUP	0,011
2. Eliminar fugas de vapor.	Con el ahorro de la energía se logra una reducción de emisiones de CO ₂ de: 33,97 t de CO ₂ .	28 448,13 CUP	15 000 CUP	0,53
3. Reducir el consumo energético de la planta de tratamiento con paralización temporal de un aereador por reducción de la concentración de la carga contaminante.	Ahorro de 4 462,5 m ³ de agua potable, que representan una reducción de emisiones de CO ₂ de: 1,32 t de CO ₂ .	4 992 CUP	No se requiere	Inmediato
4. Sustitución parcial del agua suave por el agua del primer efecto del concentrador en la alimentación de la caldera	Con el ahorro del Combustible y la E. Eléctrica se logra una reducción de emisiones de CO ₂ de 11,5 t	9 904,87 CUP	3 500 CUP	0,42
5. Sustituir el fertilizante químico empleado en los autoconsumos por los lodos biológicos obtenidos en la planta de tratamiento de residuales industriales	El bioabono extraído de la planta de tratamiento contiene un 80,46% de materia orgánica que favorece las condiciones del suelo haciéndolo más productivo además de otros micro y macroelementos. Por otro lado no es necesario emplear los fertilizantes químicos	18 000 CUP	No se requiere	Inmediato

	que dejan residuos en los cultivos y afectan la salud humana.			
6. Utilización del agua tratada en la Planta de Tratamiento de Residuales en el autoconsumo de la Empresa.	Ahorro de 3 750 m ³ de agua, que representan una reducción de emisiones de 1,0 t de CO ₂	15 849,45 CUP	No requiere	Inmediato
7. Cambiar trampas de vapor	Con el ahorro de la energía se logra una reducción de emisiones de CO ₂ de 8,04 t de CO ₂ .	6 734,50 CUP	12 500 CUP	1,8
8. Control de tiempo de trabajo y cálculo de índices de consumo de los montacargas	Es positiva ya que dejamos de emitir hacia la atmósfera 1,1 t de CO ₂ .	2 198,40 CUP	No requiere	Inmediato

Anexo 2. Mesa de selección y elevador



Anexo 3. Línea aséptica



Anexo 4. Llenadora aséptica



Anexo 5. Problema que se presenta con fugas de vapor

