



Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

MAESTRÍA DE PRODUCCIONES MÁS LIMPIAS

Tesis para optar por el Título Académico de

Máster en Producción Más Limpia.

Título

**Evaluación de Producción Más Limpia en la fábrica de conservas
El Faro.**

Autora: Dra. MV. Iris Mercedes Rodríguez Rodríguez.

Tutores: Dr. C Juan José Cabello Eras.

Cienfuegos 2013

*... el primer deber de un hombre en estos días, es ser un
hombre de su tiempo.*

José Martí

RESUMEN

Se realizó un estudio descriptivo y se realizó una evaluación de Producciones Más Limpias en la fábrica de conservas El Faro, específicamente al proceso de producción de puré de tomate con la finalidad de identificar malas prácticas asociadas a la producción y proponer medidas correctivas.

Para esto se elaboró un marco teórico donde se describen las generalidades sobre las PML, las tendencias internacionales y nacionales y las alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos.

Posterior se realizó de un balance de todos los indicadores que intervienen en la producción, se destacaron las principales deficiencias o malas prácticas, en cuanto a consumo eléctrico contra producción, cantidad de agua y vapor utilizado

Los principales resultados mostraron que se generan volúmenes elevados de desechos sólidos orgánicos y son altos consumidores de agua, vapor y energía eléctrica; debido a roturas en la redes de distribución y dispositivo utilizados para el lavado de la materia prima, y limpieza, pérdidas de vapor durante su distribución. Además se observó que no se hacen utilización los desechos sólidos orgánicos.

Summary

A descriptive study and assessment of cleaner production for tomato puree in the factory "El Faro" are presented. The objectives of study, identifies bad production practices and propose corrective measures.

A theoretical framework was established to describe general issues about cleaner production, national and international trends and alternative to make better use of solids' residues.

A balance of indicators involved in the production, deficiency or bad production practice, electrical and water, water vapor consumption are analyzed.

Main results show that a high volume of residues of organics' solids are generated, a high consumption of water vapor, electricity and water, cause of the rupture in distribution pipeline and equipments for raw material's washing, loss of water vapor distribution and not reuse of organics solids' waste

Agradecimientos

a mi hijo y pareja por el apoyo y tolerancia.

a mis tutores

Dr. C Ing Juan Jose Cabello Era

y

Ing MSc. Alexis Sagastume Gutiérrez
por arriesgarse y soportarme.

A mis compañeras Gloria e Hilda, por lograr sacar de mi las ideas

a los trabajadores de la fabrica El Faro
en especial a Mariela

A todos ellos. Muchas Gracias.

ÍNDICE

Introducción	1
CAPITULO I: Fundamentación Teórica.....	8
1.1 ¿Qué es la Producción Más Limpia?	8
1.2 Surgimiento de las PML.....	9
1.3 ¿Por qué debemos producir más limpio?	11
1.4 Beneficios de la aplicación del enfoque de Producción Más Limpia.	12
1.5 Tendencias de las iniciativas y Programas de PML en el ámbito internacional	13
1.6 Proyecciones del trabajo de PML en Cuba.....	15
1.7 La industria conservera en el mundo y Cuba.....	18
1.8 Buenas Prácticas en la Industria Conservera.	20
1.8.1 Recepción y Selección.	22
1.8.2 Lavado-limpieza.....	22
1.8.3 Acondicionamiento.	23
1.8.4 Inspección.	24
1.8.5 Clasificación.	24
1.8.6 Control de los envases.	24
1.8.7 Llenado.....	25
1.8.8 Preparación de medios de cobertura.....	25

1.8.9 Eliminación interior del aire.....	26
1.8.10 Cierre del recipiente.....	27
1.8.11 Esterilización industrial.	27
1.8.12 Enfriamiento.	27
1.8.13 Almacenamiento y distribución.	28
1.8.14 Medidas a los manipuladores.	29
1.9 Revalorización de los residuos.	30
1.9.1 Clasificación de los residuos no peligrosos.	31
1.9.2 Generación de residuos orgánicos en procesos de transformación de vegetales.	31
1.10 Gestión para los residuos generados durante la transformación de vegetales.	34
1.11 Alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.	36
1.11.1 Producción de compost.	36
1.11.2 Obtención de productos de mayor valor añadido.	39
1.11.2.1 Producción de metano.	39
1.11.2.2 Obtención de bioalcohol.	40
1.11.3 Otros usos específicos orientados a la producción de sustancias de alto valor añadido.	40

Capítulo II: Aplicación del enfoque de PML en la producción de puré de tomate en la fábrica de conservas El Faro.....	42
2.1 Descripción general del proceso.....	43
2.2 Descripción detallada y análisis del proceso productivo de la fábrica de conservas El Faro de Cienfuegos.....	44
2.2.1 Adecuación.....	45
2.2.1.1 Recepción.....	45
2.2.1.2 Lavado.....	46
2.2.1.3 Selección y clasificación.....	48
2.2.2 Separación.....	49
2.2.2.1 Molido, Despulpado y Refinación.....	49
2.2.3 Conservación.....	51
2.2.3.1 Pasteurización y/o Concentración.....	51
2.2.3.2 Desairado.....	52
2.2.3.3 Envasado.....	52
2.2.3.4 Esterilización.....	53
2.2.3.5 Refrescado y Almacenado.....	53
2.3 Residuales líquidos.....	54
2.4 Producción de vapor.....	55
2.5 Resumen del análisis.....	59

2.5.1 Diagrama de entrada-salida.	60
2.6 Desempeño ambiental en la fábrica de conservas El faro.	61
2.6.1 Residuales líquidos.....	62
2.6.2 Residuales sólidos.....	63
2.6.3 Emisiones a atmosfera	63
Capítulo III: Evaluación de PML.....	67
3.1 Intervención en la fábrica El Faro.	67
3.2 Balance de masa de la producción de puré de tomate.....	68
3.2.1 Caracterización de la materia prima.	69
3.2.2 Características del producto.	70
3.2.3 Balance de masa.....	71
3.2.4 Balance de masa Real.....	72
3.2.5 Indicadores de consumo eléctrico y producción.	74
3.2.6 Balance de la cantidad de agua utilizada.	76
3.2.6.1 Consumo de agua en el área de lavado y selección de la materia prima.	77
3.2.6.2 Consumo de agua en el área de generación de vapor.....	79
3.2.6.3 Cantidad de agua utilizada en limpieza	82
3.3 Reutilización de los residuos sólidos.	84
CONCLUSIONES GENERALES.....	87

RECOMENDACIONES	88
ANEXOS	89
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	92
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	95

Introducción

De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2003) la Producción Más Limpia (en lo adelante PML) se define como “la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada a procesos, productos y servicios para incrementar la eficiencia en general y reducir los riesgos para los seres humanos y el ambiente”⁽¹⁾.

La experiencia internacional comparada ha demostrado que a largo plazo, la Producción Más Limpia es más efectiva desde el punto de vista económico, y más coherente desde el punto de vista ambiental, con relación a los métodos tradicionales de tratamiento "al final del proceso".⁽¹⁾

La estrategia de Producción Más Limpia contempla desde simples cambios en los procedimientos operacionales de fácil e inmediata ejecución, hasta cambios mayores, que impliquen la sustitución de materias primas, insumos o tecnologías. También incluye la conservación y el uso racional de las materias primas, el agua y la energía, la reducción del uso de materias primas tóxicas así como la cantidad de emisiones y residuos que van al agua, la atmósfera y al entorno. En cuanto a los productos, la estrategia tiene por objetivo reducir todos los impactos durante su ciclo de vida desde la extracción de las materias primas hasta el residuo final; promoviendo diseños amigables acordes a las necesidades de los futuros mercados. Todo esto resulta imprescindible en la producción y conservación de alimentos.⁽¹⁾

La historia de la conservación de los alimentos está estrechamente relacionada a la evolución humana. Desde que tenemos conocimiento, la conservación de los alimentos ha sido fundamental para la supervivencia.⁽¹¹⁾

Cuando los asentamientos humanos se hicieron estables y apareció la agricultura y la ganadería, surgió la necesidad de guardar parte de las cosechas y provisiones.⁽¹¹⁾

Se conocen técnicas muy rudimentarias, desarrolladas a veces como fruto de la casualidad que tenían como principios el aire, el sol, la sal, el fuego y el hielo y

que conseguían conservar, por espacios más o menos prolongados, la vida de los alimentos. ⁽¹¹⁾

La gran revolución en la conservación de los alimentos se produce a principios del XIX en Francia de la mano de un cocinero llamado Nicolás Appert que descubre de forma empírica que hirviendo los alimentos en el interior de un recipiente cerrado estos se mantenían sin alterar por largos períodos de tiempo, conservando todas sus características de olor y sabor. ⁽¹¹⁾

En el siglo XX debido a los avances tecnológicos se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos, se desarrollan máquinas cada vez más sofisticadas en la lucha contra los microorganismos. ⁽¹¹⁾

En nuestro país, el Ministerio de la Industria Alimenticia fue creado por la Ley No. 1185 de fecha 27 de octubre de 1965, es el Organismo de la Administración Central del Estado que tiene la responsabilidad de dirigir y controlar la aplicación de las políticas por el Gobierno en las actividades de la Industria Alimenticia, conforme a las exigencias del desarrollo integral de la economía y la sociedad.

La producción de la Industria Alimenticia, abarca más de 2000 surtidos, tiene como actividades fundamentales:

- La carne y sus derivados.
- La leche y sus derivados.
- La molinación de cereales.
- Las pastas alimenticias, confituras, pan, repostería y galletas.
- Las conservas de frutas y vegetales.
- El café.
- Las bebidas y refrescos.
- Las cervezas y maltas.
- La distribución de estas producciones a la red minorista.

Todas estas actividades se realizan con producciones a gran escala a nivel industrial que deben estar organizadas de manera tal que reúnan los requisitos que exigen las producciones más limpias atendiendo a la política de ahorro, uso racional de los recursos y protección del medio ambiente que nos ha caracterizado. ⁽²⁾

Justificación de la investigación:

La Estrategia Ambiental Cubana se propone como proyección actual para el periodo 2011 - 2015, fortalecer desde la dimensión ambiental, los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución. ⁽³⁾

Particular énfasis se hace en las relaciones entre medio ambiente, economía y desarrollo, estableciéndose como principios claves del trabajo ambiental en la etapa actual, los siguientes:

- Armonizar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, a partir de una visión sostenible del desarrollo.
- Lograr que la protección del medio ambiente sea un factor que contribuya al desarrollo económico y social sostenible, al ser sustento del ahorro, el reuso, reciclaje y recuperación de materias primas, al tiempo que incrementa la eficiencia, potencia las exportaciones de alto valor agregado, y evita costos y otros gastos por daños a la salud.
- Asegurar las medidas para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, que garantizan la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras. ⁽³⁾

El análisis recién concluido sobre la implementación de este ciclo de la Estrategia Ambiental Nacional arroja resultados satisfactorios en diversos aspectos, a la vez que muestra lo que queda aún por hacer, para minimizar o eliminar problemas ambientales que aquejan.

Cienfuegos es una de las provincias que más desarrollo industrial presenta en el país por lo que la implementación de estos lineamientos resulta de vital importancia.

Dentro del proceso industrial que se desarrolla en la provincia, se destaca la producción de alimentos donde a pesar de la introducción de nuevas tecnologías para su perfeccionamiento aún persisten dificultades que conspiran con el buen desarrollo de esta estrategia ambiental.

Una de las entidades que distingue a la provincia en este sentido es la fábrica de conservas El Faro que se subordina a la Empresa Provincial de la Industria Alimenticia y se encuentra situada en la ciudad de Cienfuegos, que anteriormente era la Planta Pasteurizadora “Los Camilitos”, perteneciente a Empresa Productos Lácteos Escambray.

- En ella laboran 40 trabajadores distribuidos entre las siguientes áreas:
- Recepción y selección de materias primas
- Salón de proceso
- Almacenes de materias primas y productos terminados
- Laboratorio
- Calidad y tecnología
- Generación de vapor
- Mantenimiento
- Áreas socio-administrativas, todos ellos garantizan con su trabajo una gran diversificación de las producciones.

Sus producciones fundamentales son las conservas de frutas y vegetales para la comercialización como producto terminado o como materia prima para otras industrias de alimentos.

Esta fábrica está generando impactos negativos sobre el entorno, al realizar producciones con una carga contaminante considerable a partir de la generación de volúmenes elevados de desechos sólidos orgánicos, los residuales líquidos luego de un tratamiento ineficiente se vierten a través de una zanja al arroyo el inglés y de ahí hacia la bahía, además en la entidad se desechan volúmenes de agua con elevada temperatura aumentando el consumo de energía y por tanto se eleva innecesariamente los costos del proceso.

El puré de tomate es la producción principal de la fábrica, cuyo proceso no han sido evaluados teniendo en cuenta una estrategia de Producciones Más Limpias por lo que motivo a la realizar este trabajo para evaluar los procesos en las diferentes áreas de producción, identificar malas prácticas y proponer mejoras.

Problema científico:

¿Puede la evaluación de PML hacer eficiente la producción de puré de tomate en la fábrica El Faro?

Objetivo General:

1. Aplicar una evaluación de Producción Más Limpia en la fábrica de conservas El Faro.

Objetivos Específicos:

1. Evaluar los indicadores generales de desempeño de la planta.
2. Identificar malas prácticas asociadas al proceso de producción.
3. Proponer medidas para corregir las malas prácticas encontradas.

APORTES:

- La metodología de evaluación que se propone puede ser aplicada en otras instituciones de su tipo en el país.
- A partir de la identificación de deficiencias y malas prácticas se proponen soluciones para ser corregidas y deriven en beneficios económicos para la fábrica de acuerdo a la reducción del consumo de recursos como el agua y de portadores energéticos para mejorar considerablemente su desempeño ambiental a mediano y largo plazo.

Los principales resultados están relacionados con deficiencias en cuanto a consumo eléctrico y producción, cantidad de agua utilizada donde se confirma el elevado derroche debido a rotura en la red de distribución y en dispositivo para realizar el lavado de la materia prima previo al molido, pérdidas de vapor durante su

distribución por tuberías, válvulas, sellos y la utilización inadecuada de agua para el arrastre de los desechos sólidos previo a la limpieza. Además se observó que no se realiza una utilización adecuada los desechos sólidos orgánicos.

La investigación está estructurada de la siguiente manera:

En el capítulo I, marco teórico de la investigación se presenta un estudio documental sobre Producción Más Limpia donde se define el concepto de PML, su surgimiento, beneficios de su aplicación, tendencias en el ámbito internacional y en cuba. Además las aplicaciones fundamentales de esta estrategia así como su implementación en la industria conservera. Se exponen también un flujo general del proceso tecnológico de conservas de vegetales y las posibilidades de utilización de los residuos generados por este tipo de industria.

El capítulo II desarrolla la aplicación del enfoque de PML en la producción de puré de tomate en la fábrica El Faro, describe el deficiente desempeño ambiental de la industria evaluada.

En el capítulo III se realiza la evaluación del proceso de producción en la fábrica, señalando las malas prácticas y se proponen medidas correctivas. Se realiza un balance de masa para conocer la relación producción/entrada, se analizan los indicadores de producción contra consumo de electricidad que demuestra la ineficiencia de la fábrica cuando se utilizan todos los recursos de la misma para procesar poca materia prima. Por último se sugiere la producción de compost con todo el residuo sólido orgánico generado.

CAPITULO I: Fundamentación Teórica.

1.1 ¿Qué es la Producción Más Limpia?

El PNUMA define la Producción Más Limpia como: « [...] aplicación continua de una estrategia integrada de prevención a los procesos, productos y servicios, para aumentar la eficiencia y reducir los riesgos a la vida humana y al medio ambiente».

(1)

Producciones Más Limpias según Castillo, significa:

- Ahorro de materias primas, agua y energía.
- Eliminación de materiales tóxicos.
- Reducción en cantidad y toxicidad de residuos y emisiones.

La PML es una metodología práctica aplicable a cualquier sector de la producción y los servicios para incrementar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos, reducir los riesgos potenciales que puedan afectar la integridad de los seres humanos y el ecosistema y lograr la sostenibilidad del desarrollo económico. A diferencia del tradicional “control de la contaminación” en el manejo ambiental que es un “después-del-evento” o “reacción y tratamiento”, la PML es proactiva con una filosofía de “anticipar y prevenir.”⁽⁴⁾

Existen declaraciones que la PML puede ser alcanzada de varias formas, de ellas, las tres más importantes son: cambiando actitudes, aplicando know how y mejorando la tecnología.

Cambiar actitudes, significa encontrar un nuevo enfoque a la relación entre la empresa y el ambiente interno y externo, y simplemente reanalizar las entradas al proceso industrial (materias primas, materiales, agua, energía) y las salidas (productos y contaminantes en términos de PML). Los resultados requeridos pueden ser alcanzados sin innovación o importando una nueva tecnología.

Aplicar know how, significa aumentar la eficiencia económica y beneficios ambientales, adoptando las mejores técnicas organizacionales y de dirección, cam-

biando prácticas de producción, replanteándose la política ambiental, procedimientos de manufactura e institucionales como sea necesario.

Mejorar tecnología, existen varias maneras de mejorar la tecnología como: sustitución de materiales tóxicos por otros menos agresivos a la salud humana, cambio de materias primas y materiales, cambio del proceso o tecnología de manufactura, mejorar el diseño del producto, cambiar el producto final, procesos de reciclado de agua o reducir el consumo de agua, optimizar parámetros de la tecnología, ahorrar energía y reusar internamente los subproductos, reciclar preferiblemente dentro del proceso; modificar el proceso.

1.2 Surgimiento de las PML

El concepto de Producciones Más Limpias, fue lanzado por vez primera en el año 1989, por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), quien ha actuado como su promotor y ha incidido en la divulgación de la información relacionada con este tema. Así, en el año 1994, surge el Programa Internacional de Producciones Más Limpias creado bajo la iniciativa conjunta del PNUMA y el ONUDI, con el objetivo de desarrollar capacidades nacionales en Producciones Más Limpias y fomentar el desarrollo industrial sostenible en países subdesarrollados. ^(1,3)

Las prácticas orientadas a la protección del medio ambiente han transitado por diferentes estadios, enfoques y tendencias a partir de la segunda mitad del siglo XX, desde medidas consistentes en la dispersión de la contaminación en los medios receptores aplicadas durante los años 60, los tratamientos “al final del tubo” promovidos en la década de los 70 y el auge del reciclaje y re uso en los 80. Se ha evolucionado a partir de los 90 la adopción de enfoques más promisorios tales como prevención de la contaminación, minimización de residuos, eco eficiencia y Producción Más Limpia (PML). ⁽¹⁾

Según plantea Terry C., son varias las iniciativas globales y hechos relevantes que marcaron el avance hacia estos enfoques más amplios en la gestión del sector empresarial, entre los que se pueden citar:

- 1972 - Conferencia de Estocolmo sobre Desarrollo Humano.
- 1987- Reporte Brundtland “Nuestro Futuro Común” y definición del concepto de “desarrollo sostenible”.
- 1989- Iniciativa de PML del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que enfatiza la importancia de la gestión y organización efectiva en las empresas y la necesidad de la mejora continua de su desempeño.
- 1992- Conferencia de Río y la Agenda 21, en la cual se aborda la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo y de promover la PML como una estrategia ambiental prioritaria.
- 1994- Creación del Programa Internacional de Producción Más Limpia bajo una iniciativa conjunta de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el PNUMA.
- 1998- Lanzamiento de la Declaración Internacional de PML del PNUMA.
- 2000- Declaración del Milenio por las Naciones Unidas, en cuyos principios se reconoce la necesidad de cambiar los patrones de producción y consumo.
- 2002- Declaración de Malmö, en la que hace referencia a la economía de ciclo de vida.
- 2002- Plan de Implementación de Johannesburgo e Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible, en los cuales se subraya la necesidad de adoptar prácticas de producción y consumo sostenibles. ⁽⁵⁾

Durante la década pasada los programas, centros e iniciativas nacionales de PML, tuvieron un enfoque de trabajo predominantemente técnico, al centrar sus actividades en la ejecución de proyectos demostrativos en las empresas, la diseminación de información y la formación de consultores locales. La mejora de la eficiencia de los procesos productivos fue la prioridad de la mayoría de ellos, sin prestar

atención simultáneamente al comportamiento de los patrones de consumo, mientras el desarrollo de políticas de PML tuvo resultados limitados, a excepción de algunos países. ⁽⁵⁾

En la actualidad se reconoce que la PML, aun cuando constituye un importante componente, no conduce por sí sola al desarrollo sostenible, por lo que urge aplicar un enfoque de trabajo que integre tanto la producción como los aspectos de consumo, basado en el pensamiento de ciclo de vida.

Internacionalmente muchas organizaciones de diversa índole dan pasos hacia una nueva estrategia empresarial que garantice la reducción de los consumos de materia y energía dentro de sus operaciones y productos, mientras los programas de PML fijan entre sus metas globales no solo la minimización de los impactos negativos generados por la fabricación de los productos, sino que promueven los sistemas de manejo ambiental orientados a éstos, basados en un enfoque de ciclo de vida, el eco diseño, la responsabilidad extendida al productor y la sinergia de la PML con los Convenios Ambientales Multilaterales. ⁽⁵⁾

1.3 ¿Por qué debemos producir más limpio?

El mundo sufre cambios ambientales acelerados, que se acentúan por la creciente deforestación, deterioro de los suelos, pérdida de la biodiversidad, afectación de los recursos hídricos, contaminación del recurso aire, disposición inadecuada de los residuos sólidos y el uso inadecuado e indiscriminado de los recursos naturales. ⁽⁶⁾

Lo anterior llama la atención de los ámbitos educativos, políticos y económicos a nivel global, no solo por conciencia ambiental sino por las exigencias de las regulaciones ambientales, las empresas se están viendo abocadas a implementar estrategias que les permitan mantenerse en el mercado con rentabilidad y al mismo tiempo en armonía con el medio ambiente.

Entre otras razones, las siguientes, motivan a los empresarios a comprender el por qué aplicar la Producción Más Limpia:

- Tenemos responsabilidad como componentes del ambiente y transformadores de este en su protección y conservación.
- Es necesario el uso eficiente de los recursos naturales para evitar su agotamiento y degradación.
- Cada vez más, aumenta la exigencia de instituciones encargadas de velar por el medio ambiente y el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales. ⁽⁶⁾

La estrategia de PML significa:

- Cambio de actitudes (nuevo enfoque de la relación empresa - ambiente y aplicación de enfoques preventivos).
- Aplicación del conocimiento (mayor eficiencia; adopción de mejores técnicas; cambio de prácticas empresariales; revisión de políticas y procedimientos).
- Mejora de tecnologías (rediseño de productos; cambio de las tecnologías de producción; promoción de mejores tecnologías que garantizan un uso intensivo de los recursos y la minimización de impactos negativos).
- Obtención de beneficios productivos como resultado de inversiones ambientales.
- Un puente conceptual que conecta a la empresa con la sostenibilidad.
- Un concepto aplicable no sólo a la industria o a la producción, sino también al sector de los servicios y a los programas locales. ⁽³⁾

La PML ha permitido a muchas organizaciones, fundamentalmente industriales, cambiar su imagen de contaminador y despilfarrador de recursos por otra positiva, propia de procesos energéticamente eficientes y conservadores de recursos naturales, que generan menos residuos y elaboran productos amigables con el medio ambiente.

1.4 Beneficios de la aplicación del enfoque de Producción Más Limpia.

Entre los beneficios de aplicar las PML se pueden citar, los:

Financieros:

- Reducción de costos, por el uso más racional y eficiente de las materias primas.
- Menores niveles de inversión asociados a tratamiento y/o disposición final de desechos
- Aumento de las utilidades.

Operacionales:

- Aumenta la eficiencia de los procesos.
- Mejora las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora las relaciones con la comunidad y la autoridad.
- Reduce la generación de desechos.
- Efecto positivo en la motivación del personal.

Comerciales:

- Permite comercializar mejor los productos posicionados y diversificar nuevas líneas de productos.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Logra el acceso a nuevos mercados.
- Aumento de ventas y margen de ganancias. ⁽⁷⁾

1.5 Tendencias de las iniciativas y Programas de PML en el ámbito internacional

Luego de más de una década de creado el Programa Internacional de PML de ONUDI/PNUMA y de miles de experiencias desarrolladas en más de 40 países, hoy se tiene conciencia de que la PML no debe ser vista solo como solución técnica, sino que debe adoptarse como una política vinculada e insertada a otras políticas nacionales, sectoriales y locales, tales como las de desarrollo industrial, comercio exterior, arancelaria, fiscal y de regímenes tributarios; políticas de inversiones, energía, transporte, agrícola, de educación, ciencia, tecnología y salud. ^(3, 8, 9) También se enfatiza en la contribución que puede hacer el trabajo en PML al logro de las metas del Milenio relacionadas con la reducción de la pobreza y el hambre, y el aseguramiento de la sostenibilidad ambiental. Ya en el Séptimo Seminario de

Alto Nivel de PML celebrado en Praga en el 2002, se planteó que la PML debe ser vista en el mayor contexto de la pobreza y la salud pública, y que para ello se necesita adoptar un enfoque holístico, que promueva la aplicación sostenible de este concepto a través del ciclo de vida de producciones y productos, tanto a nivel de compañías como de sectores, integrando la gestión ambiental con la de calidad, salud y seguridad, así como aspectos sociales y de eco diseño. ⁽³⁾

Por otra parte, la integración entre PML y Consumo Sostenible debe propiciar un marco que guíe el comportamiento de productores, suministradores y consumidores en una línea más acorde a los objetivos del desarrollo sostenible a largo plazo, y garantice la minimización de los riesgos relativos a la salud y seguridad. ⁽³⁾

En lo que respecta a los convenios y protocolos ambientales internacionales, los avances alcanzados en los últimos años en lo relacionado con la identificación y comprensión de los problemas ambientales globales tales como el cambio climático, la desertificación, la contaminación ambiental, la pérdida de la diversidad biológica y el incremento de la pobreza, han propiciado cambios favorables en los enfoques y estrategias de enfrentamiento de los mismos. Mientras los primeros convenios y acuerdos se enfocaban en las soluciones tecnológicas “al final del tubo”, los más recientes ofrecen mayor flexibilidad y oportunidad a la aplicación de la PML para alcanzar las metas de reducción propuestas y contribuir al cumplimiento de los compromisos nacionales contraídos en el marco de estos convenios.

(3, 8)

La PML contribuye a:

- La implementación práctica del principio precautorio.
- El establecimiento de sinergias entre los esfuerzos de diferentes convenciones internacionales orientadas a alcanzar el desarrollo sostenible, así como para la integración de sus metas.
- Reducir la necesidad de importación de plaguicidas y productos químicos peligrosos (Convenio de Rotterdam).
- Reducir y finalmente eliminar las liberaciones derivadas de la producción y utilización de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) y de las

existencias y desechos de los mismos en su origen, así como las liberaciones no intencionales derivadas de fuentes antropogénicas (Convenio de Estocolmo), que insta explícitamente a la adopción de medidas preventivas, al uso de sustancias menos peligrosas y a la aplicación de las “Mejores Tecnologías Disponibles y “Mejores Prácticas Medioambientales”.

- Minimizar la generación de desechos peligrosos en términos de cantidad y potencial de peligrosidad y disminuir la necesidad de su manejo (Convenio de Basilea).
- Abordar en el origen los problemas de las fuentes de contaminación del medio marino (Programa de Acción Mundial para la Protección del Ambiente Marino de las Actividades realizadas en Tierra).
- Adoptar medidas preventivas para controlar y paulatinamente eliminar la producción y consumo a nivel mundial de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAOs) (Protocolo de Montreal).
- Reducir y prevenir las emisiones de gases de efecto invernadero y conservar y utilizar eficientemente la energía, tanto en los procesos de producción como en el diseño de los productos (Protocolo de Kioto).
- Apoyar a las empresas en la implementación de la norma internacional SA 8000 (Contabilidad Social), al permitir a éstas obtener conocimiento sobre la industria y los peligros que sus actividades representan, a fin de proveer un ambiente de trabajo seguro, prevenir accidentes y daños a la salud de los trabajadores y minimizar sus causas, hasta donde sea razonablemente practicable.
- Preparar a las empresas para responder a las demandas relacionadas con la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) y cumplir los compromisos de las mismas con la comunidad local y la sociedad en general. ⁽³⁾

1.6 Proyecciones del trabajo de PML en Cuba

En Cuba no se ha estado ajena a la evolución del pensamiento de las tendencias internacionales en materia de gestión ambiental empresarial, la cual ha recibido un

importante impulso en los últimos años, como resultado del trabajo conjunto de los Organismos de la Administración Central del Estado. ⁽³⁾

Desde 1998 el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente ha venido realizando esfuerzos para promover, introducir e implementar estrategias de Producción Más Limpia en los sectores prioritarios de la economía. Con este fin se han desarrollado múltiples actividades de sensibilización y concientización, entrenamiento y capacitación de especialistas, diagnósticos nacionales y sectoriales sobre la aplicación de la PML en el país, y se han formulado planes estratégicos a mediano y largo plazo que propician la adopción de este enfoque en el que hacer empresarial. ⁽³⁾

En Cuba, la Red Nacional de PML (RNPML) fue establecida por la ONUDI en Mayo del 2001, con el apoyo financiero del Gobierno de Austria y comenzó con tres puntos focales ubicados en : Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia (IIIA), Instituto de Investigaciones para los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y el Centro de Información y Gestión de Educación Ambiental (CIGEA-AMA) pertenecientes a los ministerios de: la Industria Alimenticia, la Industria Azucarera y el de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente respectivamente. A mediados del año 2003 se incorporaron los puntos focales del Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) del Ministerio de la Agricultura y el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología.

Como parte de los pasos que se vienen dando para la institucionalización de la PML y su inserción coherente, plena e integral en nuestras políticas y estrategias de desarrollo, en el 2005 se comenzó la implementación del Plan Nacional para la Introducción de la PML en la Gestión Ambiental Empresarial, liderada por un Grupo Inter-institucional creado con este objetivo, en el cual participan los organismos estatales de mayor impacto ambiental y económico. ⁽³⁾

Ejemplo de ello es, la proyección estratégica del trabajo en Producción Más Limpia en el ámbito nacional, en el período 2005-2007 que contempla lo siguiente:

- Inserción integral, coherente y armónica del concepto de PML en la nueva Estrategia Ambiental Nacional y las Estrategias Ambientales Sectoriales y Territoriales.

- Incorporación del concepto de PML en los instrumentos de gestión ambiental vigentes tales como el Reconocimiento Ambiental Nacional, el Plan de la Economía, la legislación ambiental y normativas técnicas y los instrumentos de regulación económica.
- Inclusión del tema de PML en los acuerdos de reuniones nacionales que involucran al sector empresarial, así como en los objetivos e indicadores de desempeño de los sectores prioritarios de la economía nacional.
- Consideración de aspectos de salud, seguridad, calidad y protección al trabajador dentro de las estrategias de trabajo de PML.
- Incremento de las actividades de diseminación de información y concientización entre los empresarios y directivos de los principales sectores de la economía.
- Establecimiento de alianzas estratégicas con los sectores académico e investigativo.
- Promoción de proyectos de inversión en PML dentro del Plan Nacional de la Economía.
- Adecuación del enfoque y estrategias de trabajo en PML a las tendencias vigentes en el ámbito internacional y sinergia con los programas y proyectos que responden a la implementación nacional de los convenios y protocolos ambientales internacionales de los cuales Cuba es parte. ⁽³⁾

La Red Nacional de PML durante el año 2003, con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), realizó numerosas actividades entre las que se destacan: evaluaciones en plantas, servicios de diseminación de información, entrenamientos y asesorías sobre lo cual se ofrecen informaciones de interés en un boletín creado. ⁽¹⁰⁾

Se hicieron 45 asesorías técnicas a empresas de diferentes sectores (turístico, energético, perfumería y jabonería, cítricos, alimenticio, poligrafía, entre otros), dejando recomendaciones a las entidades, dirigidas a la mejora de su desempeño ambiental y económico. Estas empresas fueron:

Cervecería Tínima	Camagüey	MINAL
Molinera “Turcios Lima”	Ciudad de La Habana	MINAL
Empresa de Ron y Vino “La Palma”	Ciego de Ávila	MINAL
Embotelladora “Ciego de Ávila”	Ciego de Ávila	MINAL
Fábrica de Conservas de Frutas y Vegetales “La Conchita	Pinar del Río	MINAL
Empresa Azucarera y Destilería “Héctor Molina”	La Habana	MINAZ
Empresa Mielera Destilería “Heriberto Duquesne”	Villa Clara	MINAZ
Destilería Sevilla	Ciego de Ávila	MINAZ
Fábrica de Producción de Jugos y Hielo Glacial	Ciudad de La Habana	MINAL
Fábrica de Ron Bocoy	Ciudad de La Habana	MINAL

A continuación mencionamos algunos resultados obtenidos por evaluaciones realizadas en las plantas.

Se identificaron 58 medidas de PML, consistentes en la introducción de buenas prácticas en la gestión productiva, cambios tecnológicos y acciones dirigidas al ahorro de materias primas, agua, insumos de los procesos y portadores energéticos. Su implementación posibilitó el ahorro de 250 000 mW/h de energía eléctrica y de 40 000 m³ de agua en el año, reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera a 238 512 t y reducción de emisiones de carga orgánica a las aguas de 36 t.

(10)

1.7 La industria conservera en el mundo y Cuba.

La historia de la conservación de los alimentos está estrechamente relacionada a la evolución humana pues esta ha sido fundamental para la supervivencia. Cuando los asentamientos humanos se hicieron estables y apareció la agricultura y la ganadería, surgió la necesidad de guardar parte de las cosechas y provisiones. ⁽¹¹⁾

Se conocen técnicas muy rudimentarias, desarrolladas a veces por fruto de la casualidad que tenían como principios el aire, el sol, la sal, el fuego y el hielo y que conseguían conservar por espacios más o menos prolongados la vida de los alimentos. ⁽¹¹⁾

La gran revolución en la conservación de los alimentos se produce a principios del XIX en Francia de la mano de un cocinero llamado Nicolás Appert que descubre de forma empírica que hirviendo los alimentos en el interior de un recipiente cerrado estos se mantenían sin alterar por largos periodos de tiempo, conservando todas sus características de olor y sabor. ⁽¹¹⁾

En el siglo XX debido al desarrollo tecnológico se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos, se desarrollan máquinas cada vez más sofisticadas en la lucha contra los microorganismos. ⁽¹¹⁾

El Ministerio de la Industria Alimenticia fue creado por la Ley No. 1185 de fecha 27 de octubre de 1965, es el Organismo de la Administración Central del Estado que tiene la responsabilidad de dirigir y controlar la aplicación de las políticas por el Gobierno en las actividades de la Industria Alimenticia, conforme a las exigencias del desarrollo integral de la economía y la sociedad. ⁽²⁾

La producción de la Industria Alimenticia, abarca más de 2000 surtidos, tiene como actividades fundamentales:

- La carne y sus derivados.
- La leche y sus derivados.
- La molinación de cereales.
- Las pastas alimenticias, confituras, pan, repostería y galletas.
- Las conservas de frutas y vegetales.
- El café.
- Las bebidas y refrescos.
- Las cervezas y maltas.
- La distribución de estas producciones a la red minorista.

La industria alimentaria, con su diversidad de segmentos, genera gran cantidad de residuos y consume una gran cantidad de agua y energía. Los principios de la producción más limpia tienen muchas aplicaciones en las industrias de alimentos, de hecho estos principios son necesarios para asegurar la calidad y la productividad sin deteriorar el medio ambiente. ⁽²⁾

Por tanto las mejoras propuestas pueden requerir realizar, control estricto de variables en las etapas del proceso, mejora en los equipos, así como en la forma de uso y cambios en la organización u otros aspectos. Es posible introducir mejoras en los procesos con beneficios económicos y ambientales con una inversión mínima o sin que se requiera ninguna, solo mejorando la forma de producir.

1.8 Buenas Prácticas en la Industria Conservera.

El desarrollo y la expansión de las técnicas de elaboración industrial de frutas y hortalizas en conserva, introdujo cambios revolucionarios en la alimentación humana. Productos y platos exclusivos de una estación o de una región, pueden ser consumidos todo el año por millones de personas. La gastronomía multiplicó sus alternativas, y la preparación cotidiana de comidas se tornó mucho más sencilla y variada. ⁽¹²⁾

Estos cambios fueron posibles gracias al desarrollo de una vasta cadena alimentaria, en la que las tecnologías de procesamiento y envasado juegan un papel esencial. Sin embargo, no existe control electrónico ni automatización de procesos que permita prescindir de la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura, que resultan esenciales para garantizar la obtención de productos óptimos, capaces de satisfacer las crecientes exigencias de calidad de los consumidores. ⁽¹²⁾

Las conservas vegetales son elaboradas con frutas u hortalizas. Sus materias primas deben satisfacer exigencias de madurez y de estado higiénico sanitario, en la figura 1 se puede apreciar un diagrama de flujo general de proceso de fabricación de alimentos en conserva.

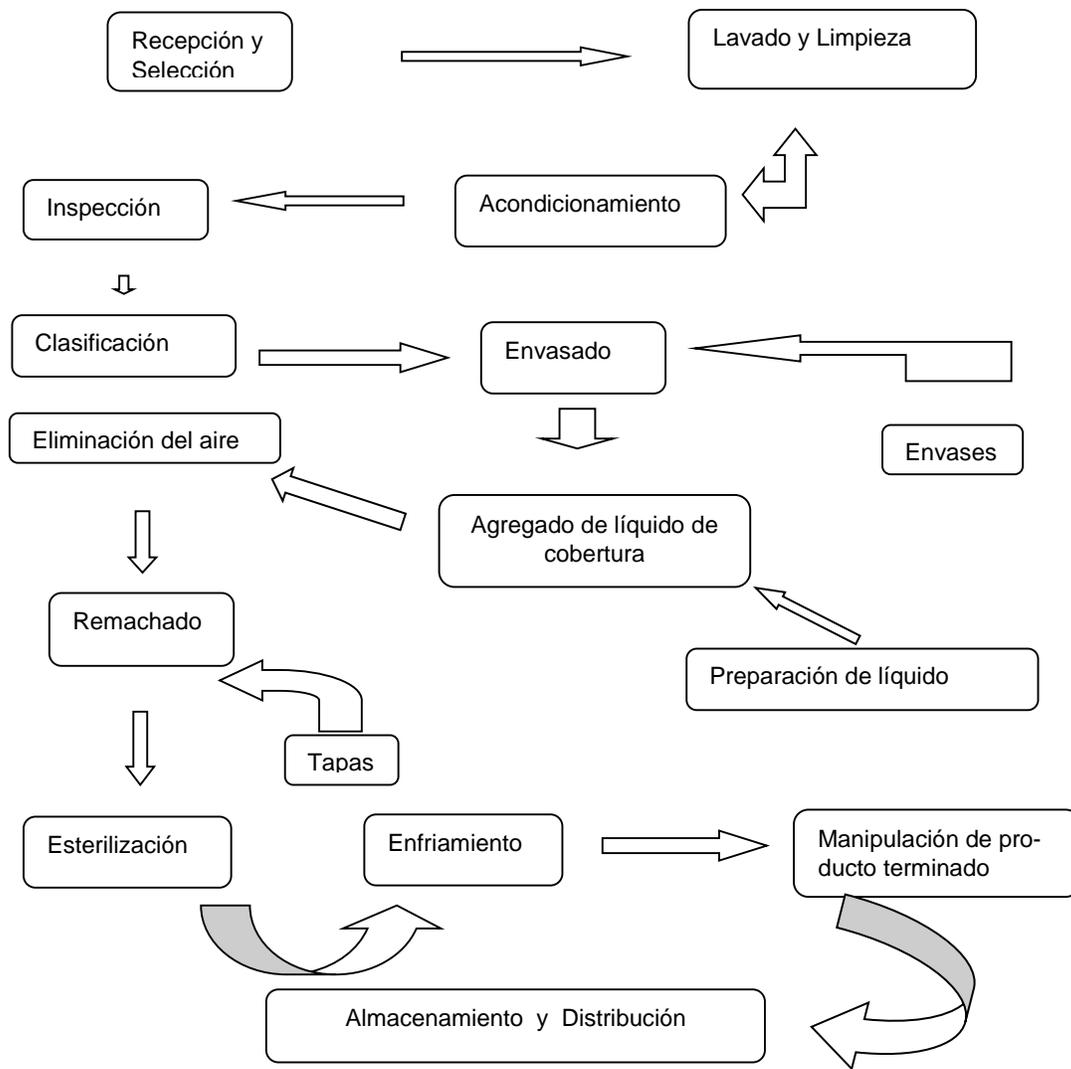


Figura 1: Diagrama de entrada - salida producción de conserva

Fuente: Centro Técnico Nacional de Conservas Vegetales-Laboratorio del Ebro.

1.8.1 Recepción y Selección.

Las frutas y hortalizas contenidas en huacales, jaulas o directamente a granel, según el tipo y destino, son transportadas en camiones hasta la fábrica.

La carga es pesada en la recepción, en este momento se sacan muestras de las materias primas para determinar si la calidad es la requerida por la empresa, evaluando el tamaño, grado de maduración, temperatura durante el transporte, sustancias extrañas adheridas y presencia de materias extrañas como vidrio o metal.

(12)

1.8.2 Lavado-limpieza.

El lavado es un punto de gran importancia en la elaboración de conservas vegetales. El método depende del tipo de fruta u hortaliza que se procese. El objetivo principal del lavado y/o limpieza es eliminar tierra y restos vegetales. Al mismo tiempo, se logra una importante disminución de la carga microbiana que las materias primas traen superficialmente.

Los tomates, debido a que son relativamente frágiles, reciben un lavado por inmersión en un tanque con agua. En estas condiciones el material más denso, como la tierra, va al fondo y las hojas flotan libremente, mientras que los frutos se mantienen en suspensión y se extraen del tanque por un transportador de rodillos y se hacen pasar bajo rociadores de agua.

Es necesario que el agua sea renovada continuamente para que no se transforme en un caldo de cultivo, debe ser estrictamente controlada. Además se le debe incorporar cloro y el mismo actúa como agente desinfectante. La adición será en dosis adecuada, el cloro activo residual en cualquier punto del tramo de lavado, será no menos de 0,2 ppm ni más de 0,5 ppm. ⁽¹²⁾

1.8.3 Acondicionamiento.

Bajo este nombre se engloban una serie de operaciones previas a la elaboración de la conserva y que difieren para cada fruta u hortaliza. Para su explicación se utilizan algunos ejemplos.

Para el caso de tomates, luego de haber sido lavados entran a la operación de pelado que puede ser mecánico, químico o térmico.

Muchos productos vegetales no son envasados con la misma forma que tienen al ser recolectados.

En alguna etapa de su tratamiento industrial, se realiza una reducción del tamaño. En la elaboración de cóctel de frutas y/o ensalada de frutas se lleva a cabo un trozado previo al envasado. En las hortalizas se realiza una reducción de tamaño para que resulten más aceptables para el consumidor.

Seguidamente sufren una clasificación, pasando por mesas vibratorias que permiten separar los trocitos o porciones defectuosas que no alcanzan el tamaño y la forma especificada para el producto final.

Para prevenir la alteración enzimática los productos hortícolas reciben un tratamiento térmico suave con agua caliente o vapor. Este proceso se llama escaldado y con él se inactivan las enzimas además de eliminar gases respiratorios, evitar los cambios de color y favorecer la retracción del producto para un adecuado llenado. El escaldado es otra de las operaciones consideradas dentro del acondicionamiento, esta operación debe llevarse a cabo con gran precaución, ya que el principal riesgo es microbiológico por la posible contaminación de los vegetales con esporas de bacterias termófilas como resultado de un fallo en la limpieza adecuada de los escaldadores. ⁽¹²⁾

1.8.4 Inspección.

La inspección y selección manual de las frutas y hortalizas, es la forma tradicional de eliminar el material no deseado de la línea de producción tal como restos de piel, unidades defectuosas por falta de consistencia, de uniformidad de color, rasgaduras etc. Se realiza sobre cintas o juegos de rodillos, antes del envasado. Hay ocasiones en que la línea de inspección resulta ineficaz al ser sobrecargada de materia prima y faltar personal, en estos casos se debe considerar el aumento del personal asignado a esta tarea o bien se recurre a la aplicación de métodos diferentes a la actividad manual. Por ejemplo el uso de equipos que cuentan con detectores ópticos para percibir descarozados defectuosos. ⁽¹²⁾

1.8.5 Clasificación.

Esta operación está relacionada con los tamaños de los frutos u hortalizas que deben adaptarse a los aspectos de comercialización vigentes en el país de destino.

1.8.6 Control de los envases.

Los envases constituyen un punto muy importante de control porque sus defectos pueden originar fallas en la hermeticidad, provocando la contaminación posterior al tratamiento térmico y la alteración del producto terminado. La calidad del mismo está relacionada con la necesidad de lograr un determinado tiempo de vida útil para el producto y de alcanzar una perfecta convivencia contenido - envase. ⁽¹²⁾

Es importante que la adquisición de envases se realice a un proveedor confiable ya que éste es el responsable de la calidad de los mismos.

Como la inspección es visual y está a cargo de seres humanos, se debe evaluar los tiempos durante los cuales el operario puede desarrollar la tarea con buen rendimiento. ⁽¹²⁾

1.8.7 Llenado.

El llenado es en recipientes de vidrio o metal y se realiza mecánica o manualmente. Una operación de llenado perfectamente controlada resulta esencial en cualquier operación de envasado ya que la falta de control de esta etapa puede implicar riesgos tanto para la calidad como para la inocuidad del producto. Además se pueden originar grietas en las uniones del envase por el desplazamiento de una mayor cantidad de producto en su interior haciendo presión sobre las juntas. ⁽¹²⁾

El control de llenado es necesario también para mantener los límites precisos de espacio de cabeza; el espacio libre en la parte superior del recipiente puede influir sobre la efectividad del proceso de agotamiento del aire en el interior del envase. La densidad del producto envasado también resulta crítica para el tratamiento térmico. Un llenado exacto y uniforme de sólidos y de líquidos, resulta importante por razones técnicas y económicas.

Por otra parte, si se produce un retraso excesivo entre la introducción del producto en los recipientes y su tratamiento térmico, el producto puede experimentar una pérdida de calidad como resultado de la multiplicación microbiana. Este retraso puede reducir también la eficacia, y en consecuencia la inocuidad derivada del tratamiento térmico. ⁽¹²⁾

1.8.8 Preparación de medios de cobertura.

Los medios de cobertura son los líquidos que se agregan a las frutas y hortalizas antes de las operaciones de expulsado, cierre, remachado, esterilización y enfria-

do. Estos líquidos generalmente se preparan en dependencias anexas en tanques calefaccionados que poseen dispositivos de agitación.

El jugo de tomate que acompaña a los tomates enlatados es también un líquido de cobertura, al que generalmente se le agregan pequeñas cantidades de ácido que actúa como conservador en combinación con el tratamiento térmico.

Los líquidos de cobertura son medios adecuados para añadir esencias, aromas, ácidos, lo que permite modificar desde las características sensoriales del producto hasta el tipo de tratamiento térmico que éste recibirá para su conservación. ⁽¹²⁾

1.8.9 Eliminación interior del aire.

La eliminación interior del aire, también llamada agotamiento del recipiente o expulsión, es una operación muy importante en el proceso de envasado, ya que además de reducir al mínimo la tensión sobre los cierres del envase durante el tratamiento térmico, la eliminación del oxígeno ayuda a conservar la calidad y a reducir la corrosión interna. El vacío en el interior del recipiente puede lograrse mediante distintos métodos. Algunos de ellos, lo producen al inyectar vapor en el espacio libre de la parte superior del recipiente, para lo cual éste atraviesa un túnel de vapor antes de ser cerrado; el método resulta eficaz en lo que respecta a los valores de vacío logrados. ⁽¹²⁾

Otras tecnologías, trabajan con sistemas que combinan la dosificación del líquido de gobierno con la eliminación del aire, logrando al mismo tiempo llenado y disminución de la presión interior del recipiente; este sistema posee un alto rendimiento operativo.

El grado de vacío que se logre tendrá incidencia directa sobre la disponibilidad de oxígeno en el interior del envase y por lo tanto, sobre la posibilidad de desarrollo de algunos microorganismos esporulados aerobios o microaerofílicos que sobrevivan al tratamiento térmico. La presencia de aire puede provocar deformaciones

permanentes de los envases o la aparición de fugas por dilatación excesiva de los remaches durante el calentamiento. ⁽¹²⁾

1.8.10 Cierre del recipiente.

El tapado y remachado con flujo de vapor es la metodología más difundida y con ella se logran mejores condiciones de sellado y vacío. Un recipiente cerrado herméticamente es un requisito indispensable para la inocuidad de un alimento enlatado. Si las uniones o cierres no cumplen las normas establecidas o si aparecen orificios u otros defectos, es probable que se produzca contaminación posterior al tratamiento térmico. ⁽¹²⁾

1.8.11 Esterilización industrial.

La esterilización industrial o comercial de un alimento envasado sometido a tratamiento térmico puede definirse como la situación alcanzada mediante la aplicación de calor o en combinación con otros tratamientos adecuados, para obtener un alimento libre de microorganismos capaces de multiplicarse en las condiciones normales de almacenamiento. Al considerar el tratamiento térmico que necesitan las distintas frutas y hortalizas es necesario destacar la importancia que reviste el pH del alimento que se desea envasar y el tratamiento previo que haya recibido. ⁽¹²⁾

1.8.12 Enfriamiento.

Durante el tratamiento térmico, el producto sufre dilataciones que pueden repercutir sobre costuras y cierres, permitiendo así la entrada de microorganismos durante los procesos posteriores de enfriamiento y manipulación en almacenaje y expedición. El enfriamiento, al que se someten los tarros luego de la esterilización, debe

realizarse cuidadosamente para evitar la contaminación del contenido de los envases con microorganismos procedentes del medio usado para el enfriamiento. Teniendo en cuenta que la metodología más común es la de usar agua como vehículo de enfriamiento, se hace necesario mantener la calidad del agua de uso industrial.

Para lograr un correcto enfriamiento la temperatura interior del producto, al final de esta etapa del proceso, debe oscilar entre los 37 y 40°C. De esta manera, se evita el desarrollo de microorganismos termófilos esporulados que pudieron resistir el tratamiento térmico y que se multiplican en el rango de temperaturas entre 45 y 55 °C. Además se aprovecha el calor residual para el secado de las latas y se evita la manipulación de las latas húmedas, las oxidaciones y la sobre cocción del producto. ⁽¹²⁾

1.8.13 Almacenamiento y distribución.

El recipiente seleccionado, para conservar alimentos por acción del calor, deberá cumplir las condiciones previstas durante su almacenamiento y distribución.

Es importante que el recipiente conserve su integridad para mantener las condiciones de inocuidad del producto. Para ello se hace necesario evitar la corrosión externa que puede conducir a la perforación del envase. Este fenómeno de corrosión será frecuente si ha sido dañada la cubierta externa del envase y se acelerará en condiciones de almacenamientos incorrectos que incorporen humedad o cambios bruscos de temperatura que conducen a condensación. Este fenómeno se hace más común cuando las latas son apiladas de tal manera que evitan la circulación del aire.

La alteración física de los recipientes puede ocurrir al mover sin cuidado las pilas de latas o frascos, trayendo como consecuencia roturas o deformaciones que además de brindar condiciones para una posterior contaminación hacen que la misma pierda valor comercial.

Durante el almacenamiento y distribución se hace indispensable controlar:

- La temperatura, sobre todo cuando las humedades relativas son altas.
- Que los recipientes estén secos cuando se introducen en cajas de cartón, evitando el humedecimiento en cualquier etapa posterior.
- Los movimientos en el momento de descargar las cajas, para evitar impactos que provoquen deformaciones de los envases.
- La apertura de las cajas en las bocas de expendio con objetos punzantes.

1.8.14 Medidas a los manipuladores.

Los manipuladores mantendrán una correcta higiene personal, tal como:

- Buen aseo personal
- Uñas recortadas y limpias. En el caso de las mujeres sin esmaltes.
- Cabello cubierto por gorro u otros medios adecuados.
- Bigote y barba bien rasuradas; en caso contrario se mantendrán bien cubiertas con un tipo de naso-buco o tapaboca que cubra totalmente el área pilosa, los que deben mantenerse limpios, se cambiarán diariamente y cuantas veces se requiera. Preferiblemente deben ser desechables.
- No usarán prendas u otros objetos que constituyan riesgo de contaminación para los alimentos.
- Emplearán botas adecuadas a la actividad que realicen en los casos que se requiera.
- El personal que trabaja en áreas de proceso que requieran condiciones extremas de higiene no podrán ir a los servicios sanitarios u otras áreas insalubres con sus botas sanitarias o uniformes de trabajo.
- Los manipuladores de alimentos donde así lo requieran utilizarán guantes, los que lavarán y desinfectarán cuantas veces sea necesario, de forma que éstos no se conviertan en un riesgo para los alimentos, preferiblemente utilizar guan-

tes desechables. No deberá tomar con los guantes objetos sucios, como depósitos de desperdicios u otros.

- Utilizarán batas sanitarias o en su defecto ropa blanca, verde o azul claros acorde con las exigencias sanitarias de la actividad que estén realizando e incluso se pueden utilizar para diferenciar al personal por áreas de proceso. ⁽¹³⁾

1.9 Revalorización de los residuos.

El crecimiento demográfico y la industrialización han llevado a reestructurar la manera de cómo las comunidades deben manejar y tratar sus desechos, es así como la visión actual no está basada únicamente en la implementación de Sistemas de Tratamiento para eliminar sustancias indeseables sino que también involucra aspectos asociados a la minimización, prevención, aprovechamiento y re uso de los recursos presentes en dichos desechos.

El aumento y el inadecuado manejo de los residuos sólidos, afectan no sólo al medio ambiente, sino también nuestra salud; además, perjudica el paisaje y genera condiciones favorables para la propagación de insectos y roedores que actúan como transmisores de enfermedades. ⁽⁶⁾

Por estas razones las industrias deben adoptar opciones para:

- Manejar los residuos en forma responsable y adecuada
- Controlar la generación y proliferación de vectores
- Concientizar a los empleados y todo el personal asociado a la empresa sobre las ventajas y beneficios de una buena gestión integral de residuos sólidos

Un residuo sólido es todo material que producimos en nuestras actividades diarias y del que nos tenemos que desprender porque ha perdido su valor o dejamos de sentirlo útil para nosotros.

Las fuentes o procedencias de los residuos sólidos son Residencial, Comercial, Institucional, Construcción y demolición, Servicios municipales, Zonas de planta de tratamiento, Industrial y Agrícola. ⁽⁶⁾

1.9.1 Clasificación de los residuos no peligrosos.

Los residuos sólidos no peligrosos son aquellos producidos por el generador en cualquier lugar y en desarrollo de su actividad, que no presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente y se clasifican en:

Biodegradables: vegetales, residuos alimenticios, papel higiénico, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente en materia orgánica.

Reciclables: algunos papeles y plásticos, chatarra, vidrio, telas, radiografías, partes y equipos obsoletos o en desuso, entre otros.

Inertes: algunos tipos de papel como el papel carbón y algunos plásticos.

Ordinarios o comunes: servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, colillas, vasos desechables, tela, radiografía. ⁽⁶⁾

Una parte importante de los residuos que se generan en la industria de transformados vegetales está constituida por la fracción orgánica sólida derivada del tratamiento previo de las materias primas vegetales.

En la actualidad esta fracción de sólidos orgánicos se emplea en parte como alimentación animal, una pequeña proporción se destina a otras aplicaciones (ejemplo combustible) y el resto de la materia no empleada constituye un residuo destinado a vertedero, lo que constituye una pérdida de recursos puesto que puede ser un subproducto aprovechable en otros procesos como son: compostaje, producción de Biogás, y otros.

1.9.2 Generación de residuos orgánicos en procesos de transformación de vegetales.

Las primeras operaciones de los procesos de elaboración de transformados vegetales son etapas de acondicionamiento de materia prima en la que se generan las mayores cantidades de residuos sólidos orgánicos. La cantidad total de residuos

orgánicos será la suma de residuos sólidos (en seco) y residuos sólidos arrastrados por agua. (Ver figura # 2).

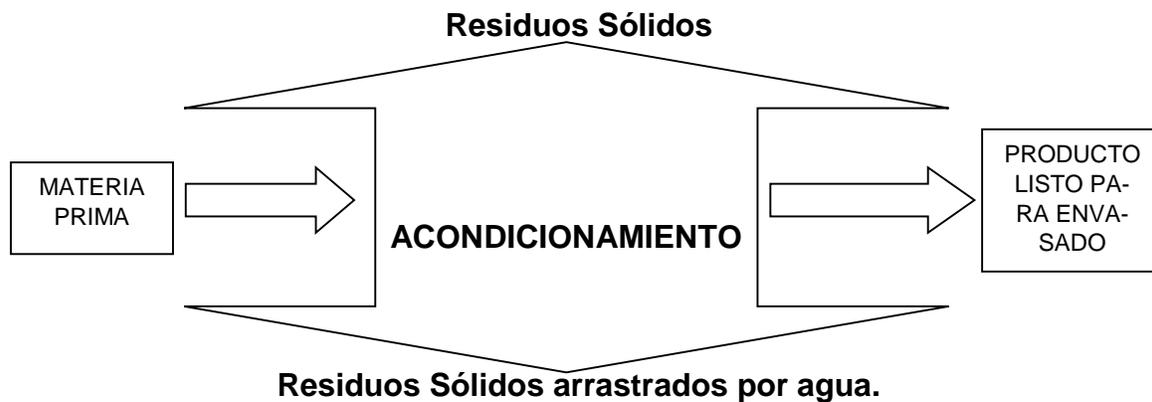


Figura 2: Residuos generados en transformados vegetales.

En la figura # 3 se presenta un diagrama de flujo para un proceso general de elaboración de conservas vegetales y congelados, y se indican las fases concretas del proceso en que se generan residuos orgánicos. En función de la operación, los residuos orgánicos se pueden generar como sólidos, o bien pueden eliminarse fragmentos de sólidos orgánicos junto con el agua empleada. En las fases iniciales de lavado y limpieza de materia prima, parte de los residuos son inorgánicos, principalmente tierra. Los residuos orgánicos procedentes de la materia prima procesada pueden suponer porcentajes en peso elevados respecto a la materia prima en origen. ⁽⁶⁾

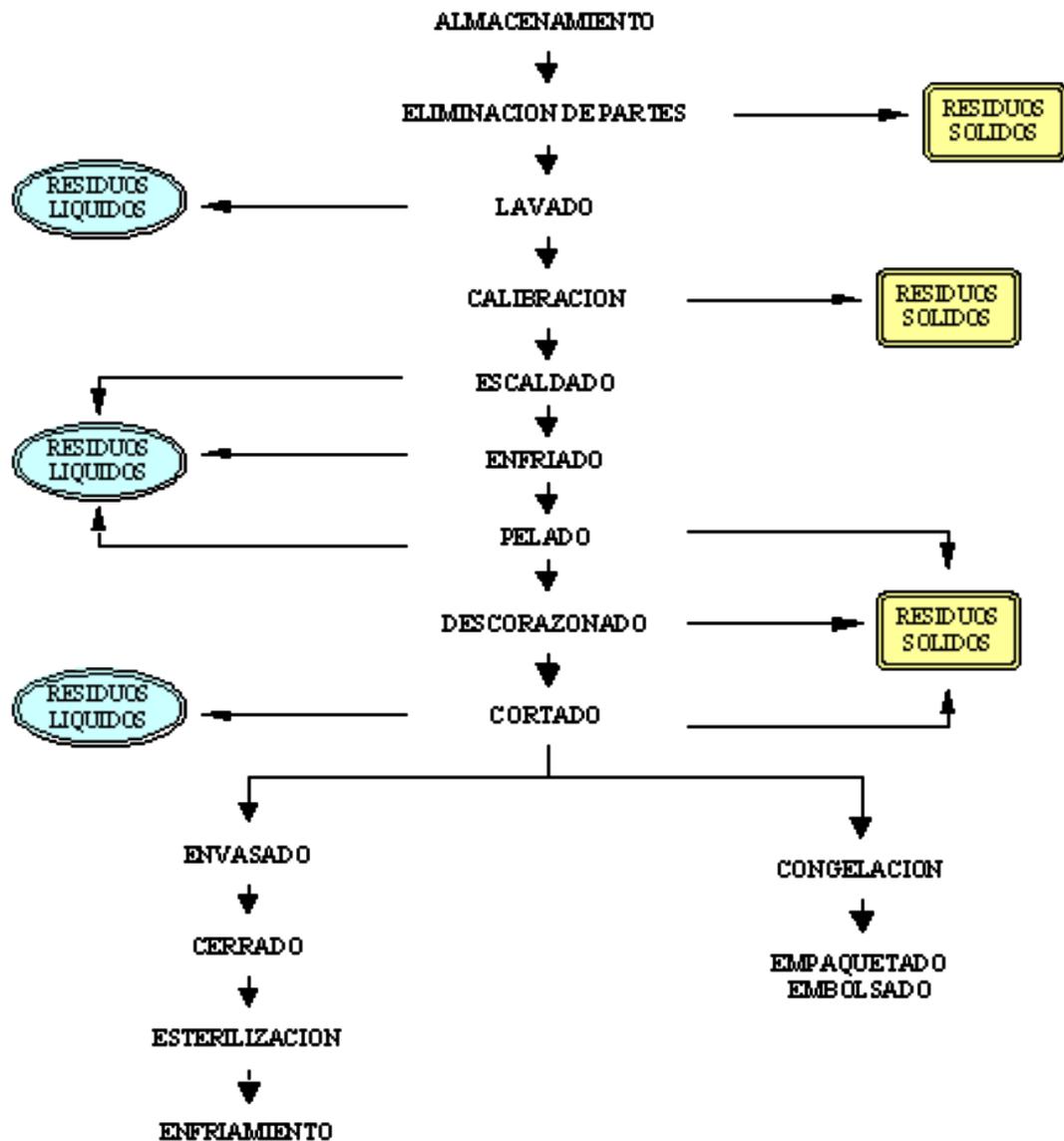


Figura 3: Residuos generados en diferentes operaciones de los procesos de fabricación de conservas vegetales y congelados vegetales.

Fuente: (Centro Técnico Nacional de Conservas Vegetales – Laboratorio del Ebro).

El porcentaje de residuos generado en la elaboración de transformados vegetales es muy variable y está determinado por diversos factores. El principal, es el tipo de materia prima a procesar.

Es importante tener en cuenta que dentro de cada producto elaborado existen otras variables que influyen en la producción de residuos tales como:

- Calidad de la materia prima (ej. frutos dañados, podridos, madurez excesiva o insuficiente), que a su vez dependerá de la climatología, variedad, sistema de recolección.
- Calidad requerida en el producto final: la obtención de calidades óptimas de producto final requiere selecciones de materia prima más rigurosas que aumentan el porcentaje de residuos orgánicos.
- Tecnología de fabricación empleada. ⁽⁶⁾

1.10 Gestión para los residuos generados durante la transformación de vegetales.

Se puede considerar subproducto a todo producto no principal obtenido en un determinado proceso y que tiene o puede tener determinadas aplicaciones o aprovechamientos, de forma que lo que para una industria es un subproducto para otra puede constituir la materia prima, obteniendo a su vez un producto principal y otro nuevo subproducto. ⁽¹⁴⁾

Los residuos sólidos orgánicos producidos en la transformación de vegetales, en algunos casos pueden considerarse como subproductos si bien son aprovechables para elaboración de otros productos como en el caso del espárrago y el puerro en los que a partir del proceso principal de obtención de producto entero se obtiene subproducto destinado a fabricación de tallos en conserva o congelados, productos deshidratados, etc. Los residuos restantes que quedan tras el máximo aprovechamiento en la industria transformadora también se utilizan con otros fines: alimentación animal, fertilizante, obtención de productos comercializables, etc. ⁽¹⁴⁾

Existen estudios realizados con el fin de conocer el valor nutritivo de los residuos de determinados vegetales (residuos de espárragos verdes) procedentes de la

industria conservera, para su utilización en dietas de rumiantes. Estos estudios realizados sobre la ingesta, composición analítica y valor nutritivo de los residuos del espárrago indican una palatabilidad aceptable, buena calidad alimenticia y la conveniencia, por tanto se recomiendan en la dieta de los rumiantes. Únicamente, hay que tener en cuenta la excesiva humedad que presenta el material original (92,21%), que puede limitar el volumen de la ingesta e impedir el uso exclusivo en las raciones del ganado, por lo que parece conveniente la utilización conjunta de algún alimento concentrado. ⁽¹⁴⁾

En las zonas donde no existe ganadería los residuos orgánicos se trasladan al vertedero con el control correspondiente. En este caso el transporte lo realiza el organismo competente en el municipio o bien la propia empresa, lo que en cualquiera de los casos supone un incremento en el costo de fabricación.

En Chile con el fin de evitar la disposición en vertederos, las plantas del *Acuerdo de Producciones Más Limpia en Industrias Procesadoras de Frutas y Hortalizas* (en lo adelante APL.) implementarán prácticas de reutilización, reciclaje, tratamiento y eliminación de los residuos orgánicos. Las alternativas a considerar son:

- Alimentación animal
- Ensilaje
- Compostaje
- Generación de energía. ⁽¹⁵⁾

Los miembros de los estados europeos envían para el compostaje mayores proporciones de desechos, entre ellos tenemos a Austria (40%), Italia (34%), Los Países Bajos (27 %) y Bélgica (25 %). Los europeos poseen una capacidad instalada para la digestión anaerobio de aproximadamente 6 Mt por año dividió entre de 200 plantas con un promedio de procesamiento de 30,000 t por año. ⁽¹⁶⁾

1.11 Alternativas de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

Como se ha indicado anteriormente la mayor parte de los residuos generados en la transformación de vegetales se destina a alimentación para ganado. Sin embargo existe una fracción importante que va a vertedero, y contribuye a aumentar el problema existente de falta de espacio. Para contribuir a la sostenibilidad del medio y satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras, se hace necesario recuperar en lo posible estos residuos. A continuación se exponen algunos de los procesos para la recuperación de estos desechos.

1.11.1 Producción de compost.

El compostaje es un proceso biológico aeróbico en el que sustratos orgánicos son oxidados a formas biológicamente estables como el humus. Las aplicaciones más habituales del compostaje son el tratamiento de residuos de la agricultura, residuos de jardín y cocina, residuos sólidos municipales y lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales. El objetivo del compostaje tradicional ha sido convertir sustratos orgánicos mediante procesos de descomposición y estabilizarlos debido a la acción de una población mixta de microorganismos, obteniéndose un producto final denominado compost, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera más eficiente al suelo para mejorar sus propiedades. ^(17, 18)

El compostaje es también capaz de destruir enfermedades de plantas, insectos, huevos y larvas, contribuye a los procesos de secado de materiales orgánicos de naturaleza húmeda como son los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o industriales, mejorando su manejo y disposición final.

En el compostaje aerobio se presentan principalmente tres tipos de sistemas:

- Hileras

- Pilas estáticas
- Reactores cerrados.

Las hileras y las pilas estáticas, que en ocasiones se citan como sistemas abiertos, se emplean más que los reactores cerrados.

Compostaje en Hileras: Como el nombre refiere, corresponde a la manera de apilar el material a compostar, el cual se coloca sobre unas plataformas en grandes montones o hileras. Su tamaño influye en el rendimiento de una pila de compost. Para mantener altas temperaturas en la hilera, la pila de compost debe ser lo suficientemente grande para permitir que el calor generado por los procesos metabólicos exceda a las pérdidas de calor de las superficies expuestas. En la hilera se retendrá mucho calor debido a su gran área transversal y a la pequeña relación superficie – volumen. La temperatura de la hilera puede controlarse volteando la pila, lo que también proporciona aireación. El ancho de la pila se sitúa normalmente entre 3 y 4 m mientras que la altura puede llegar a 1.2 y 1.5 m. ^(17, 18)

El método de aireación empleado depende del tamaño de las hileras. La mezcla manual se hace empleando una pala o instrumento que permita el volteo del material. La mezcla mecánica se hace con una máquina volteadora. En el primer caso se requiere un trabajo intensivo de un operario, los costos son menores pero la eficiencia de la mezcla está limitada. En el segundo caso los costos son más elevados pero la aireación y mezcla son mejores.

La frecuencia del volteo depende de los objetivos a cumplir. La diferencia de temperaturas entre las zonas y el tamaño de cada una de las pilas depende en cierta forma de la frecuencia de volteo. Este ayuda a redistribuir el perfil de temperatura para que las capas superiores que están a inferior temperatura se expongan a las altas temperaturas del nivel interior. Las hileras se voltean en frecuencias que oscilan entre una vez por día hasta tan poco como una vez por mes, e incluso en algunos casos nunca en toda la duración del tratamiento.

Las pilas que no se voltean dependen, para mantener la condiciones aerobias de lo que a veces se denomina aireación pasiva, que es el resultado del incremento de temperatura en el interior de la pila y del gradiente de temperatura resultante

entre el interior de la pila y la atmósfera del ambiente que origina un flujo convectivo fuera y dentro de la pila. Dicha aireación está limitada por la porosidad de la matriz y la profundidad de la pila. La capa exterior que está expuesta a la atmósfera podría tener altas concentraciones de oxígeno mientras que las capas interiores podrían tener cierto déficit de oxígeno. Si las dimensiones de las pilas son suficientemente grandes, la difusión del oxígeno a través de las capas exteriores será utilizada antes de que el oxígeno pueda alcanzar el interior de la hilera. ^(17, 18)

Generalmente el compostaje en hileras se lleva a cabo en entornos abiertos por lo que se hace necesario construir una infraestructura que proteja las pilas de la lluvia, la erosión del viento, mantenga la temperatura en el interior de la pila y controle la emisión de olores y compuestos orgánicos volátiles peligrosos. En algunos casos se emplean materiales de cobertura sobre las pilas de tipo sintético o alguna capa de materia orgánica como compost maduro o residuos de césped.

El compost no es un fertilizante propiamente dicho pero es un material comparable a un suelo de alta calidad debido a su contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. La principal aplicación del compost se da como enmienda del suelo en la mejora de tierras pobres ya que aporta materia orgánica, retiene agua y libera gradualmente nutrientes, mejorando los cultivos. ^(17,18)

En general el compost actúa en el suelo de la siguiente forma:

- Abono o fertilizante si el compost aporta nutrientes al suelo.
- Enmienda húmica de mantenimiento cuando evita la pérdida de materia orgánica del suelo.
- Enmienda húmica de corrección cuando aporta materia orgánica al suelo
- Sustrato de cultivo cuando se utiliza como soporte total o parcial de los cultivos.

La estrecha relación existente entre el contenido de materia orgánica de un suelo y su fertilidad es un hecho ampliamente constatado y aceptado universalmente. La materia orgánica mejora la estabilidad del mismo, aumentando su porosidad y capacidad de retención hídrica, favoreciendo así el intercambio de gases y agua y la capacidad exploratoria del sistema radicular de las plantas. Asimismo aumenta su

capacidad de cambio catiónico, favoreciendo la fijación de nutrientes, manteniéndolos durante más tiempo a disposición de las plantas. Del mismo modo, aumenta el estado de agregación del suelo y el desarrollo de su flora microbiana. ^(17, 18)

1.11.2 Obtención de productos de mayor valor añadido.

Existe una gran variedad de procesos aerobios y anaerobios de interés industrial en los que se tratan diferentes sustratos con diversas especies de microorganismos, tanto en cultivos puros como poblaciones mezcladas. Entre ellos destacan la digestión anaerobia para la producción de biogás y la fermentación alcohólica para obtener bioalcohol. ^(19, 20, 21, 22)

Esta técnica no solo permite disminuir la carga contaminante del residuo sino que también genera biogás con un contenido en metano en torno al 75%, el cual puede utilizarse para generar energía mediante su combustión en motores, en turbinas o en calderas. ^(21, 22)

1.11.2.1 Producción de metano.

Se llama metanización de residuos sólidos al proceso de fermentación anaeróbica de los componentes orgánicos de los mismos. Dicha fermentación es producida por bacterias que se desarrollan en ambientes carentes de oxígeno. Durante el proceso de transformación de la materia orgánica (digestión) dichas bacterias producen un gas denominado por su origen "biogás", el cual se compone fundamentalmente de metano (CH_4) y de dióxido de carbono (CO_2). Los porcentajes de participación de estos gases son variables y dependen de las condiciones físico-químicas en que se desarrolla la digestión de la materia prima. El metano se puede utilizar en la producción de energía eléctrica y de energía térmica. ⁽²²⁾

La tecnología anaerobia aplicada a la biometanización de los residuos sólidos urbanos es una tecnología madura con posibilidad de ser aplicada a cualquier tipo de fracción orgánica independientemente de su origen o de su grado de humedad. La biometanización se aplica generalmente seguida de un proceso de compostaje, dado que el residuo una vez digerido, no posee las características idóneas para ser utilizado en agricultura. ⁽²²⁾

1.11.2.2 Obtención de bioalcohol.

La obtención de etanol por fermentación alcohólica, ha cobrado interés debido a la posibilidad de utilizar alcohol como combustible. La fermentación alcohólica se lleva a cabo por numerosos microorganismos anaerobios o aerobios facultativos a partir de azúcares presentes en las distintas formas de biomasa. Estos azúcares se pueden encontrar en forma de polímeros: almidón y celulosa. ⁽²²⁾

Los residuos producidos por la industria de conservas vegetales, poseen celulosa, Esta fracción celulósica de los residuos, se transforman mediante hidrólisis en glucosa, que por fermentación se convierte en combustible (etanol).

1.11.3 Otros usos específicos orientados a la producción de sustancias de alto valor añadido.

La industrialización de frutas y vegetales se caracterizan por ser las que mayores residuos generan. Como se conoce estos subproductos contienen valiosas sustancias como: azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas, entre otras, que pueden ser de interés en las industrias: alimentaria, farmacéutica, química y cosmética.

Por ejemplo:

Los flavonoides ejercen efectos beneficiosos sobre la salud humana entre los que destacan: antialérgico, antiinflamatorio, antiviral, anti cancerígeno, antioxidante. ⁽²³⁾

En el caso del tomate, es cada vez más valorado su contenido en licopeno. El licopeno es un carotenoide responsable de la coloración de los tomates maduros, pero su uso como colorante alimentario se ve limitado ya que los sistemas de extracción son muy costosos y presenta una baja estabilidad. Sin embargo su utilización puede ser interesante en el campo de la medicina. Recientes estudios ha relacionado de forma directa el licopeno con la prevención de cierto tipo de cáncer en el hombre, especialmente el cáncer de próstata, así como con una menor incidencia de afecciones coronarias como la arteriosclerosis. No se ha determinado plenamente las bases biológicas ni físico-químicas de estas propiedades, pero parecen directamente relacionadas con el elevado poder antioxidante del licopeno. (23)

Si tenemos en cuenta que aproximadamente el 50 % del licopeno se concentra en la cutícula y en la pulpa adherida a ella, los residuos generados en la transformación de tomate podrían ser una fuente importante de licopeno. (23)

Conclusiones Parciales.

- ✓ La PML es una estrategia de gestión ambiental empresarial que integra la dimensión ambiental con un enfoque preventivo.
- ✓ La PML está sobre todo relacionada con la reducción al máximo de la generación de residuos a lo largo de toda la cadena de producción.
- ✓ La PML tiene altos beneficio porque cualquier inversión ambiental que sea propuesta por un medio ambiente saludable, esta previamente justificada ya que supone un mejor ambiente para nuestros hijos y nietos.
- ✓ La industria alimentaria es uno de los sectores productivos con impacto sobre el medio.
- ✓ La aplicación de la PML en la industria conservera está orientada a reducir costos, mejorar la eficiencia y crear una conciencia ambiental.
- ✓ Existen diversas alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos de la industria de conservas.

Capítulo II: Aplicación del enfoque de PML en la producción de puré de tomate en la fábrica de conservas El Faro.

Se realizó una evaluación con enfoque de PML al proceso de producción de pure de tomate, en la fábrica de conservas El Faro que se subordina a la Empresa Provincial de la Industria Alimenticia. La misma se encuentra ubicada en la ciudad de Cienfuegos.

El motivo de selección de esta industria fue porque consideramos que está generando impactos negativos y no tiene implementado ningún sistemas de gestión de calidad, inocuidad o ambiental.

La producción fundamental es la de puré de tomate y se realiza por zafras anuales entre el periodo comprendido de enero a abril. También elabora, aunque en menor cuantía pulpa de mango, dulce de fruta bomba en almíbar y pulpa de guayaba. Esta última se comercializa directamente para su consumo o como materia prima para la fábrica de compotas.

Origen de la salsa de tomate.

Aunque el tomate fue originario de América, la historia de la salsa de tomate nace en Italia, donde era un producto básico para la elaboración de sus tradicionales pastas. Posteriormente esta salsa fue producida de manera industrial en 1876 en Estados Unidos, haciendo de ella un ingrediente básico para acompañar, no solo las pastas, sino la mayoría de las comidas rápidas.

Para la elaboración de puré de tomate se utiliza tomates frescos que pasan por una serie de etapas de un proceso hasta obtener una pulpa con una consistencia determinada, además se le adicionan ingredientes tales con: sal, azúcar, vinagre, especias y conservantes.

El producto se obtiene mediante la separación de la parte comestibles carnosas de éstas, mediante procesos tecnológicos adecuados y su posterior concentración. El puré se diferencia del jugo solamente por su consistencia.

2.1 Descripción general del proceso

En El Faro se recibe el tomate en huacales, se pesan y luego se depositan con la acción de un montacargas en la tolva receptora. Posteriormente se vierten hacia el tanque de lavado donde se lavan, luego se seleccionan de acuerdo a los requerimientos del proceso, en esta etapa se eliminan impurezas tales como: ramitas, hojas, etc.

Este tomate se deposita en una estera y es llevado al molino donde se introduce entero y el resultado son trozos no muy pequeños que se trasladan a los repasadores. Aquí es donde se eliminan las semillas y la corteza, para dar paso al jugo del tomate. Posteriormente se pesa y es trasladado a un evaporador o tacho donde se concentra. En esta etapa se verifica la consistencia, expresándose en grados BRIX o % de Sólido Soluble (en lo adelante S.S) y se le agrega una serie de ingredientes tales como: aceite y benzoato de sodio. Al mismo tiempo ocurre un proceso de pasteurización abierta a 80 °C durante aproximadamente 20 minutos para eliminar microorganismos y evitar la proliferación posterior de los mismos.

Seguidamente esta pasta o puré de tomate es envasada en recipientes de varios formatos según disponibilidad, inmediatamente se tapa y se esteriliza en baño de maría durante 30 minutos, donde se deja enfriar recirculando agua y con esto se logra un ambiente de vacío, lo cual hace que se prolongue la durabilidad del producto. En la figura 5 se representa el diagrama de flujo del proceso de producción de puré de tomate en fabrica El Faro.

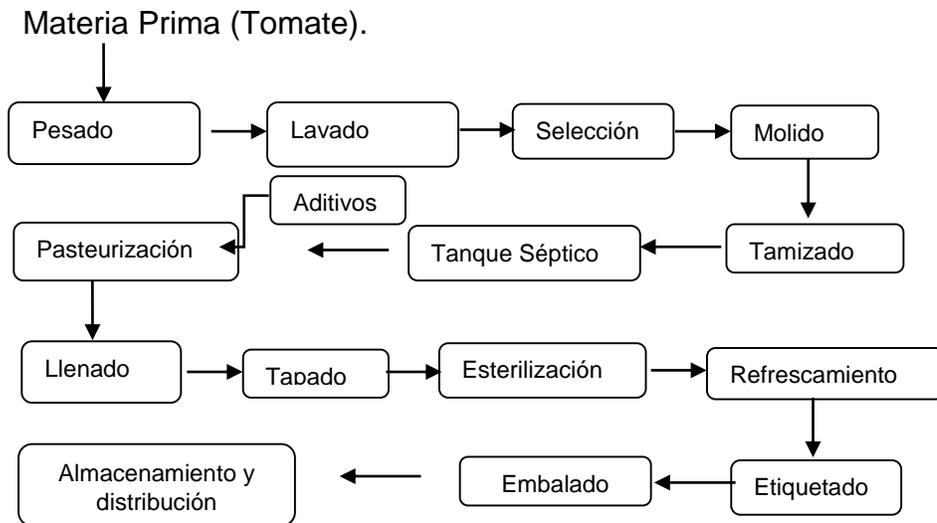


Figura 5 Diagrama de flujo producción de puré de tomate en la fábrica El Faro.

2.2 Descripción detallada y análisis del proceso productivo de la fábrica de conservas El Faro de Cienfuegos.

La fábrica de conservas El Faro se dedica principalmente a la elaboración de puré de tomate, concentrado mediante el proceso de evaporación de fluidos y su posterior almacenamiento en recipientes herméticos o no. Para la elaboración del concentrado, el tomate pasa por tres etapas fundamentales donde se le realiza una serie de operaciones las cuales aseguran un producto de calidad. En la figura 6 se muestran las tres etapas y las operaciones.

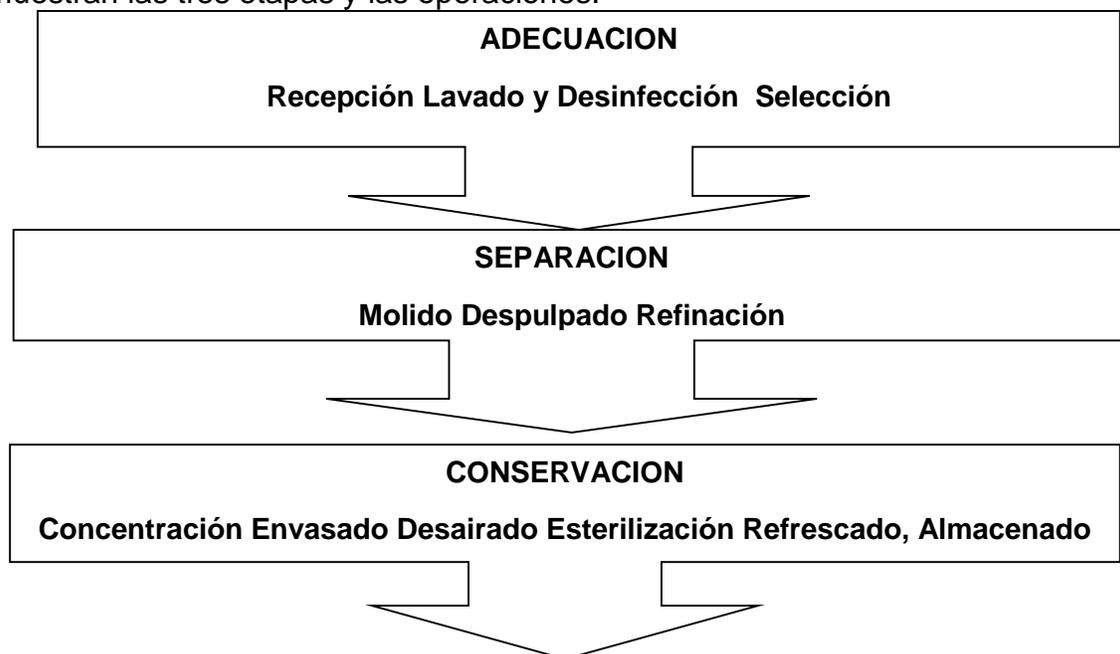


Figura 6 Etapas de la producción de puré de tomate, fábrica El Faro.

Estas tres etapas se realizan en diferentes sectores de la fábrica. A continuación se describen cada una de ellas y se refieren las principales deficiencias detectadas.

2.2.1 Adecuación.

La etapa de adecuación comprende, como se observa en la figura 2.2, cuatro procesos que preparan el tomate para pasar a su posterior etapa.

2.2.1.1 Recepción.

Se comienza por la recepción, donde se recibe la materia prima en la zona de entrega. El tomate llega desde diferentes cooperativas y productores particulares, en huacales que se descargan y transportan por un montacargas hacia la pesa para conocer la cantidad de materia prima entregada y realizar el pago según corresponde a los productores. El huacal con tomate es volteado por un montacargas en la tolva de recepción, esta es elevada por cilindros hidráulicos activados por una bomba de aceite de 2.5 kW y vierte la materia prima en el tanque de lavado.



Figura 7 Pesa.



Figura 8 Zona de recepción.



Figura 9 Volteador.

2.2.1.2 Lavado.

La acción de lavado se realiza por inmersión y un posterior duchado. Este tanque es alimentado por un sistema de duchas con un flujo de agua constante.



Figura 10 Tanque de lavado.

Figura 11 Duchas.

El tanque se vacía a través de una válvula cada vez que se excede del nivel deseado, con el objetivo de que el agua circule constantemente. Esta se elimina como residual hacia el sistema de desagüe.

La materia prima se extrae del tanque de lavado impulsado por una estera, que es accionada por un motor reductor de 1.5 kW, y pasa a través del túnel de desinfección, por medio de otra estera con un reductor de 1.5 kW. Este túnel en estos momentos se encuentra fuera de servicio debido a problemas con el sistema hidráulico.



Figura15 Túnel de desinfección.

Deficiencias detectadas:

- El volteador tiene poca altura lo cual fuerza a la bomba hidráulica a realizar el doble del trabajo para poder voltear toda la materia.
- El tanque de lavado tiene averías en los sellos lo cual retarda el llenado y aumenta el consumo de agua.
- El sistema de duchas para el lavado presentan averías en las válvulas dosificadoras y redes, lo que impiden que el flujo de agua llegue completamente a donde se requiere imposibilitando el rápido llenado del tanque y el correcto lavado de la materia prima.
- El túnel se encuentra fuera de servicio debido a roturas en el sistema hidráulico.

2.2.1.3 Selección y clasificación.

En esta etapa se realiza la última revisión de la materia prima, eliminando las unidades que muestren signos de alteración organoléptica u otras no conformidades. Debemos destacar que este proceso se realiza de forma manual.

La materia prima con cambios es depositada directamente al piso y luego recogida por los trabajadores de la limpieza. El tomate apto para el uso pasa por medio de una estera accionada por un moto-reductor de 1.5 kW en dirección a la siguiente etapa.



Figura 16 Selección y clasificación.



Figura 17 Estera hacia el molino.

Deficiencia detectada:

- Vertimiento de desechos sólidos hacia el sistema de drenaje.

2.2.2 Separación.

Estas etapas de molido, despulpado y refinado se realiza en el molino. Se le llama así a la torre que porta el molino y los repasadores o tamizadores como se puede apreciar en la figura 18.



Figura 18 Molino, Repasador 1 y 2.

2.2.2.1 Molido, Despulpado y Refinación.

Los tomates caen en el molino por medio de una estera desde la sección de selección y clasificación. El molino tiene un motor de 16 kW y se encarga de comprimir la materia prima hasta obtener trozos pequeños que pasan al repasador # 1

que con un motor de 20 kW presiona las partículas de tomate al máximo hasta eliminar la cascara y semillas, generándose así desechos sólidos orgánicos. El jugo con un mínimo de trozos sin moler pasa a través del repasador # 2 que con un motor de 5.5 kW y de ahí se envía el jugo totalmente líquido al tanque séptico. Desde este último se envía el jugo mediante un bomba de 5.5 kW hacia los tachos donde continua el proceso.



Figura 19 Tanque séptico.

Los residuos sólidos generados en el repasador # 1 son enviados a la tolva de desperdicios que posee una capacidad de 4 toneladas.



Figura 20 Tolva para el almacenamiento de desechos sólidos.

Las principales deficiencias encontradas en la revisión de estas etapas fueron:

- El motor del primer repasador está altamente sobredimensionado teniendo en cuenta que a éste le llega la materia prima ya triturada.
- La bomba que impulsa el jugo hacia los tachos está deteriorada por los años.
- La conductora que conducen los desechos sólidos orgánicos hacia la tolva, dejan caer una parte considerable del mismo, y no son recuperados.

2.2.3 Conservación.

La conservación es la etapa final. El producto es preparado para su comercialización a entidades o población, utilizándose múltiples variantes.

2.2.3.1 Pasteurización y/o Concentración.

El jugo es vertido en los tachos y calentado hasta alcanzar 80 °C por 20 minutos (pasteurización), con el objetivo de eliminar parte del agua contenida y así concentrarlo, además disminuir la carga microbiana. Este proceso se realiza a ritmo constante. Cada tacho cuenta con un motor de 1.5 Kw que se encarga de mover los agitadores que mezclan el aceite y el aditivo benzoato de sodio añadido al jugo. (Ver Figura 21 y 22).



Figura 21 Tachos.



Figura 22 Pasteurización abierta en tachos.

2.2.3.2 Desairado.

Se deja reposar en el tacho al producto concentrado, hasta pasar a la próxima etapa.

2.2.3.3 Envasado.

El envasado se realiza de dos maneras, a granel y en envases de metal de varios formatos. Para el envasado en latas, el puré de tomate pasa por unos conductos desde los tachos hacia la máquina de llenado, donde son llenadas y posteriormente por la acción una cinta transportadora viajan hacia la máquina tapadora-selladora, esta última tiene 3 motores que totalizan 5 kW.



Figura 23 Zona y máquina de sellado.



Figura 24 Envases listos.

2.2.3.4 Esterilización.

Una vez sellados los envases, se colocan en unos cestos que son introducidos en las autoclaves mediante un guinche de carga. Los envases son sometidos a un tratamiento térmico durante 30 minutos, utilizando el método de inmersión en agua caliente o Baño María. En esta etapa se completa con la eliminación de gérmenes presentes en el alimento por posible contaminación en etapas anteriores.



Figura 25 Autoclaves.

2.2.3.5 Refrescado y Almacenado.

Terminado el tratamiento térmico del producto envasado, se vierte el agua caliente hacia el sistema de drenaje y se comienza a circular agua a temperatura ambiente hasta refrescar el producto a 45 °C. De ahí pasan los envases hacia un área abierta para que ocurra el secado exterior de las latas para posteriormente le sea colocada la etiqueta.

Cuando el producto es a granel se deposita grandes volúmenes del alimento en tanques de acero inoxidable o plástico para su distribución según estrategia de venta.

Deficiencias detectadas:

- Poca iluminación en área de tachos y la mesa de llenado.
- Se vierte hacia los tragantes toda el agua caliente de las autoclaves e igualmente la de refrescamiento.

2.3 Residuales líquidos.

Todos los residuales líquidos generados en el lavado, limpieza, aguas de refrescamiento y autoclaves, se vierten hacia las atarjeas situadas en cada área productiva, allí se retienen parte de las impurezas, consistentes en tierra y restos de tomate podrido, semillas y piel, etc. Todo este residual va hacia un tragante principal, conducido posteriormente a tres trampas de sólidos colocadas en serie. El líquido es liberado del último compartimiento lentamente hacia el sistema de trampa con rejillas finas, con el objetivo de retener todos los residuos sólidos suspendido en los mismos. Este último sistema de retención por rejillas, no funciona por no constar con las mallas. A continuación se muestra un esquema de parte del sistema de drenaje de los residuales líquidos de la planta.

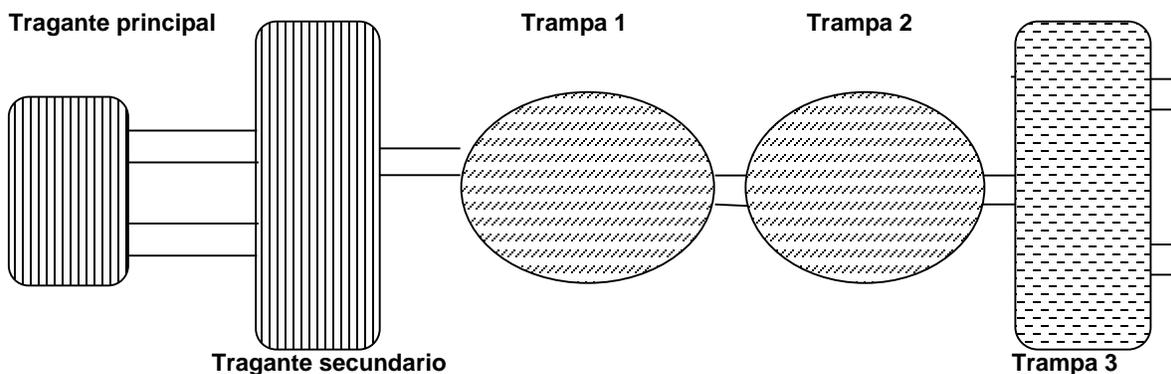


Figura 26 Sistema de drenaje.



Figura 27 Drenaje Principal



Figura 28 Trampas de sólidos 1, 2 y 3

2.4 Producción de vapor.

Esta etapa no entra en el diagrama de flujo de la figura 5, ya que no está directamente relacionada con el producto pero es imprescindible para la elaboración del

alimento. El vapor en la fábrica “El Faro” se produce en calderas de la marca “Cenogoc” las cuales tiene un flujo de 2500 kg/h y trabaja a presiones máxima y mínima de 8 y 6 kgf/cm² respectivamente.



Figura 29 Caldera.

En el área de producción de vapor se encuentra, el tanque de combustible, un segundo tanque donde es calentado el combustible a través de un calentador eléctrico y seguidamente es depositarlo en la caldera. También se encuentra el tanque de agua alimentar (agua tratada) y el ventilador.



Figura 30 Ventilador



Figura 31 Tanque de tratamiento de agua alimentar



Figura 32 Bomba de agua alimentar.

El consumo de electricidad en el área de vapor es provocado por los motores de:

- Bomba de combustible 5.5kW
- Bomba desde los tanque de calentamiento 1.5 kW.
- Bomba de la caldera 1.5 kW.

- Bomba de agua alimentar (BAA) 4 kW
- Motor del ventilador 18 kW.

Las principales deficiencias del área se evidencian en:

- Las tuberías utilizadas para la transportación de vapor no presentan el aislamiento o insulación adecuada, además muestran fugas en válvulas y conexiones.
- Alto consumo del ventilador por una mala reparación de las aspas.



Figura 33 Fuga en la tubería principal.



Figura 34 Deficiente protección de los conductos.

2.5 Resumen del análisis.

Se confecciono el siguiente esquema con el objetivo de ubicar cada una de las áreas y elementos mencionados anteriormente.

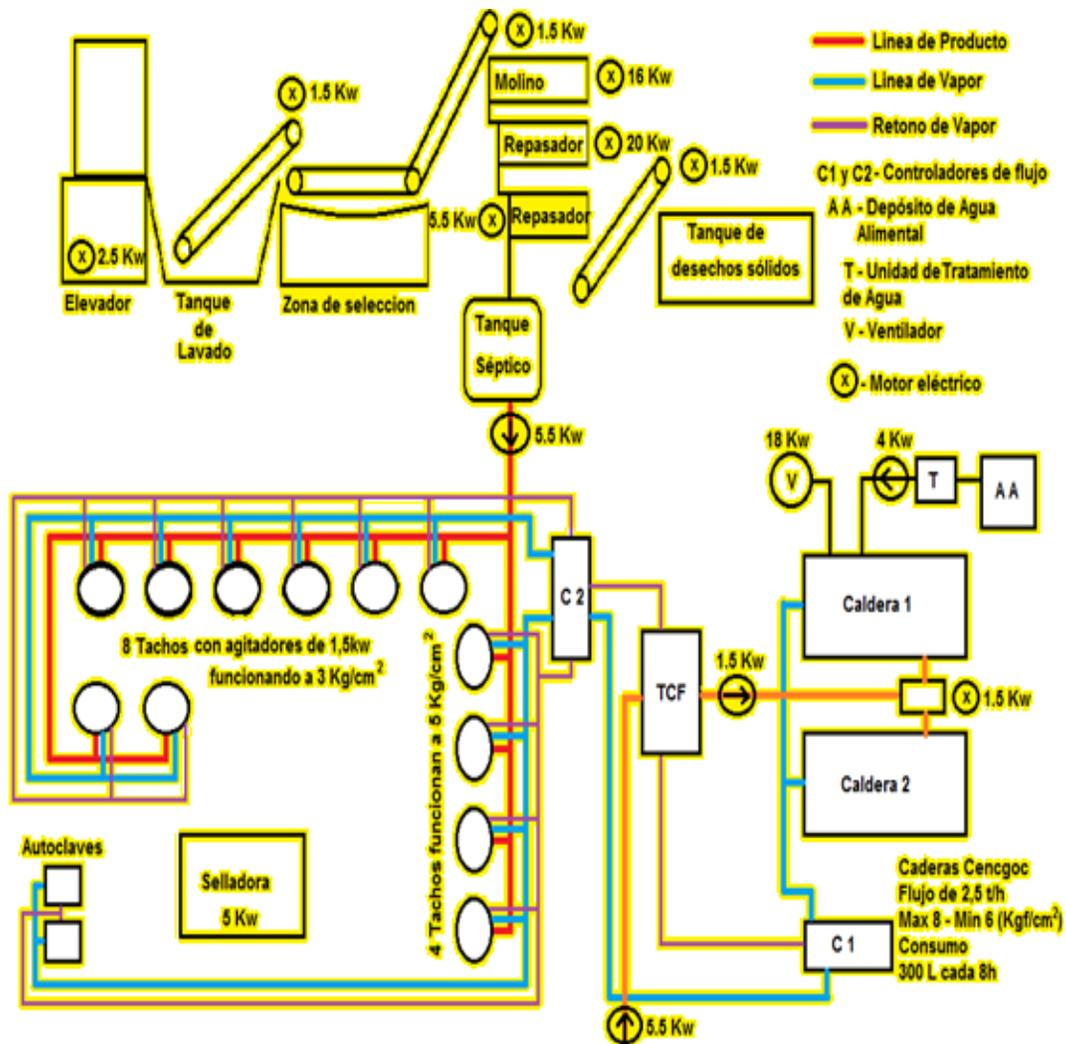


Figura 35 Esquema de la fábrica.

En la siguiente tabla se muestra el inventario de los motores eléctricos que intervienen en el proceso y se detalla sus consumos.

Tabla 1. Total de potencia en kW de los motores eléctricos.

Motores	Potencia (kW)
Elevador	2.5
Reductor 1	1.5
Reductor 2	1.5
Molino	16
Repasador 1	20
Repasador 2	5.5
Reductor 3	1.5
Bomba de jugo	5.5
8 Agitadores	12
Selladora	5
Bomba de AA	4
Ventilador	18
Bomba Calentador 1	1.5
Bomba Calentador 2	1.5
Bomba de Combustible	5.5
Total	101.5

2.5.1 Diagrama de entrada-salida.

Aquí se destacan las entradas y salidas existentes en un proceso de producción, por tanto se realiza el siguiente diagrama, el cual muestra por cada etapa, las entradas y salidas, ya sea de materia prima, ingrediente o aditivos, energía u otros insumos o desechos y residuos de todo tipo, que son necesarios para la realización de la producción.

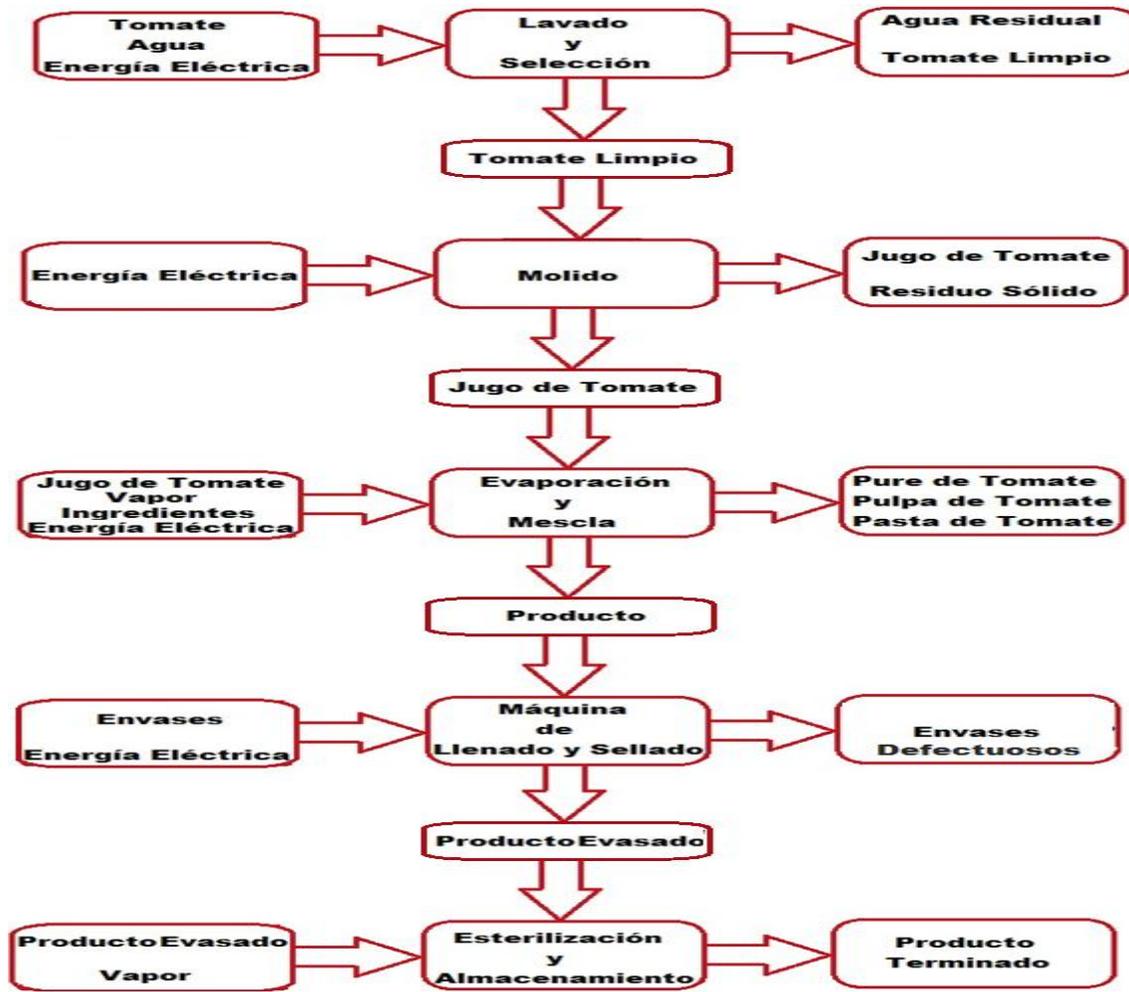


Figura 36 Diagrama entrada-salida del proceso

Este diagrama de entradas y salidas muestra específicamente el proceso de elaboración del tomate. Esto facilita el análisis del consumo de recursos y facilita conocer en qué áreas de la producción hay que aplicar enfoques de Producción Más Limpia. (Ver figura # 36).

2.6 Desempeño ambiental en la fábrica de conservas El faro.

La empresa está situada en una zona urbana, cercana a una institución hospitalaria y cumplen con algunos requisitos o especificaciones descritas en la legislación ambiental vigente, para así facilitar la convivencia con el medio ambiente.

A pesar de lo anteriormente planteado las autoridades ambientales y sanitarias del CITMA y CPHEM respectivamente, en sus inspecciones, listan a la fábrica El faro cómo una de las principales entidades que aportan elevada carga contaminante al arroyo El Inglés, por verter los residuos líquidos de la producción sin un adecuado tratamiento y por tanto incumplen con la especificaciones de vertimiento de estos según la norma vigente. Debemos señalar que los mismos según se generan pasan por un proceso de sedimentación que contribuye a disminuir su carga orgánica. (Ver anexo I)

2.6.1 Residuales líquidos.

El tratamiento de las aguas residuales que se generan durante la producción, solamente se realiza a través una serie de trampas para retener los sólidos ya que aportan gran cantidad de materia orgánica e índice elevados de acidez. Existe al final de las trampas, un tanque dividido en dos sesiones con rejas, pero presenta deficiencias en su funcionamiento ya que no existen las mismas. Las aguas son vertidas al Arroyo Ingles conteniendo parte de desechos sólidos, como se observa en la figura # 37.



Figura 37 Trampa de rejas de para retención de sólidos en mal estado.

2.6.2 Residuales sólidos

El destino final de los desechos sólidos orgánicos es el vertedero municipal, según declaración de la administración de la entidad.

2.6.3 Emisiones a atmosfera

La producción necesita vapor, que es generado por las calderas de la fábrica, las cuales a su vez, consumen combustible fósil, en este caso petróleo, que al ser quemado provoca emisiones de gases CO₂ a la atmosfera y teniendo en cuenta que la zona está densamente poblada y próximo se levanta un hospital, es que se debe mantener un estricto control.

Para tener una idea de cuánto CO₂ se emite a la atmosfera se obtuvo el consumo de las calderas realizando mediciones en el tanque de combustible a lo largo de diez horas de producción. En la tabla # 2, se muestran los resultados obtenidos,

Tabla 2 Consumo de combustible.

Hora de lectura	Cantidad de combustible (L)	Consumo(L)
Lectura 8:05 AM	594	---
Lectura 1:05 PM	467	127
Lectura 3:00 PM	377	90
Lectura 4:35 PM	337	40
Lectura 6:00 PM	307	30
Total	---	280

y de un total de 280 litros de petróleo consumidos, según las normas de emisión para diferentes combustibles resumidos en la tabla # 3, como se pueden calcular los kg CO₂ emitidos a la atmósfera según la ecuación 2.1

Tabla 3 Emisión de combustibles.

Tipo de Combustible	Kg de CO₂ por unidad de consumo
Electricidad de línea	43 por kWh
Gas Natural	3142 por ton
Diesel	2.68 por litro
Petróleo	2.31 por litro
Coal	2419 por ton
LPG	1.51 por litro

$$280 \text{ l} * 2.31 \text{ kg} = 647 \text{ kg CO}_2 \quad (\text{ecuación 2.1})$$

Como se puede observar, se emiten 647 Kg de dióxido de carbono cada 10 horas de producción. El proceso de quema de combustible está bien controlado logrando que no se produzca humo negro en la chimenea como se puede observar en la figura # 38 que fue tomada cuando la caldera se encontraba en pleno funcionamiento.



Figura 38 Chimenea de la fábrica

Además de las emisiones directas producidas por la fábrica, están las emisiones indirectas que son las generadas por el consumo de energía eléctrica. En la tabla # 4, se muestra a cuanto equivale la emisión de KgCO₂ para la producción de 1 kW de energía eléctrica en nuestro país mediante la quema de combustible fósil.

Tabla 4 Características de la generación de electricidad en Cuba por 1 kW/h

		Entrada	Emisión
Combustible fósil	Al aire	$2.7 * 10^{-1}$	-
<i>CO₂ Kg</i>	Al aire	-	$2.29 * 10^{-1}$
<i>NO_x Kg</i>	Al aire	-	$9.0 * 10^{-4}$
<i>SO₂ Kg</i>	Al aire	-	$1.8 * 10^{-2}$
Cadmio	Al suelo	-	$4.8 * 10^{-11}$

Entonces si tomamos la misma muestra para diez horas de producción para el consumo energético en la unidad y basándonos en la tabla # 4, obtendríamos el siguiente resultado.

$$101.5kW * 10h(\text{deproducción}) = 1015kWh \quad (2.2)$$

Es decir la fábrica consume 1015 kW en diez horas de producción y según la tabla # 1.

$$1015kWh * 0.29Kg = 294.35CO_2Kg \quad (2.3)$$

En total la empresa El faro emite aproximadamente 940 Kg CO₂ en diez horas de producción.

Conclusiones parciales.

- ✓ -Se analizan particularidades de la producción de puré de tomate como son el proceso de fabricación, ingredientes principales, concentración de sólidos solubles determinados como grados brix.
- ✓ -Se identificaron todos los sectores de la fábrica El faro donde se realiza la producción de puré de tomate.
- ✓ -Se inventariaron todos los elementos que intervienen en la producción como los motores eléctricos, válvulas de agua, etc.
- ✓ -Se destacan las principales dificultades y malas prácticas que presentan las instalaciones entre las que se destacan:

- El volteador tiene poca altura lo cual fuerza a la bamba hidráulica a realizar el doble del trabajo para poder voltear toda la materia.
- Las duchas del tanque presentan averías las cuales impiden que el flujo de agua llegue completamente a donde se requiere, imposibilitando el rápido llenado del tanque y el correcto lavado de la materia prima.
- El motor del primer repasador está altamente sobre dimensionado teniendo en cuenta que a éste le llega la materia prima ya triturada.
- ✓ Los canales que conducen los desechos orgánicos dejan caer una parte considerable del mismo.
- ✓ Se diseña un esquema de la fábrica acompañado del diagrama de Entrada – Salida para la obtención final del producto de la unidad.
- ✓ Se realiza un análisis del desempeño ambiental de la fábrica, donde se menciona el derroche de agua y el mal estado de las trampas de purificación.
- ✓ Se mide el consumo de combustible de la caldera para determinar cuántos CO_2Kg se arrojan a la atmosfera así como los CO_2Kg asociados al consumo de energía eléctrica de la fábrica según las normas de consumo de nuestro país.

Capítulo III: Evaluación de PML.

3.1 Intervención en la fábrica El Faro.

Se realizará la evaluación de la PML en la fábrica El faro, para lo cual se realizaron controles generales de la producción en la zafra del tomate que comprende los meses de enero, febrero, marzo y abril. Las mediciones están orientadas a conocer el balance de masa en la producción de puré de tomate para evaluar la eficiencia en el uso de la materia prima, vapor, agua y energía eléctrica.

Tabla 5 – Datos de la producción por zafra.

Zafra 2011	Entrada de tomate (Ton)	Producción Puré de tomate (Ton)
Enero	99,3	35,1
Febrero	440,8	195,7
Marzo	417,4	238,5
Abril	484,5	248,4
Zafra 2012	Entrada de tomate (Ton)	Producción (Ton)
Enero	36,1	11,1
Febrero	159,4	51,7
Marzo	283,9	96,3
Abril	378,1	175,3
Zafra 2013	Entrada de tomate (Ton)	Producción (Ton)
Enero	310,5	111,8
Febrero	440,9	206,2
Marzo	724,9	421,3
Abril	201,3	130,4

Según plantean los especialistas, siempre se convierte en producción de puré de tomate la tercera parte de la materia procesada lo que no se corresponde con la evaluación realizada. En la figura # 39 se puede apreciar el comportamiento de la relación entre la producción realizada y la materia prima procesada mensualmente durante tres zafas de tomate. Se observan variaciones entre 0.33 y 0.66, esta variabilidad expresa potencialidades de mejoramiento y la presencia de factores adicionales que pueden estar relacionadas con la materia prima o con prácticas operacionales.

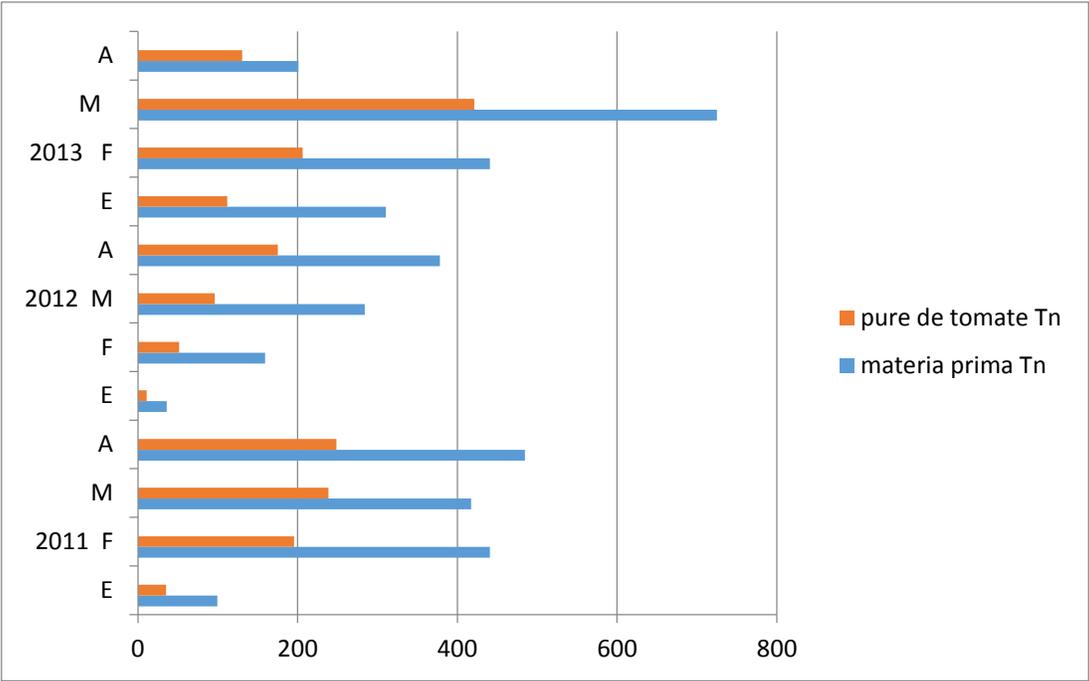


Figura 39 Grafica de producción- entrada de materia prima.

3.2 Balance de masa de la producción de puré de tomate.

El balance de masa se realizó a partir de análisis realizados al producto durante el proceso, en el laboratorio de la fábrica cuyos resultados se pueden apreciar en la tabla # 5.



Figura 40 Laboratorio de El faro.

3.2.1 Caracterización de la materia prima.

Se tomaron 20 muestras de materia prima, cada una de un kilogramo, se llevaron al laboratorio donde se molieron y tamizaron simulando el proceso y se determinaron los siguientes parámetros:

- Peso del jugo.
- Grados Brix a la salida.
- Peso del residuo.

La expresión Grados Brix se utiliza, para indicar el % de Sólidos Solubles que contiene el producto y se determinan con un equipo de medición llamado Refractómetro, el cual mostramos en la figura # 41.



Figura 41 Refractómetro

Los resultados se muestran en la tabla # 6.

Tabla 6 Resultado de las mediciones.

Muestra (g)	Peso jugo (g)	% Jugo	Grados Brix	Peso D. Sólidos	% de D. Sólidos
1000	875	87,5	3,6	125	12,5
1000	850	85	3,6	150	15
1000	910	91	4,6	90	9
1000	915	91,5	4	85	8,5
1000	890	89	4	110	11
1000	883	88,3	3,9	117	11,7
1000	901	90,1	4	99	9,9
1000	897	89,7	3,8	103	10,3
1000	882	88,2	4	118	11,8
1000	886	88,6	3,7	114	11,4
1000	870	87	3,8	130	13
1000	860	86	4	140	14
1000	905	90,5	4,1	95	9,5
1000	916	91,6	3,8	84	8,4
1000	900	90	3,9	100	10
1000	880	88	3,6	120	12
1000	885	88,5	4	115	11,5
1000	897	89,7	4,7	103	10,3
1000	893	89,3	3,8	107	10,7
1000	891	89,1	3,7	109	10,9
Promedios	889,3	88,93	3,93	110.7	11,07

3.2.2 Características del producto.

Los tachos tienen una capacidad de 330Kg de jugo de tomate. Se tomaron 20 mediciones de producciones controladas cuyo resultado se muestra en la tabla # 7

Tabla 7 Resultado de las mediciones de solidos totales

Medición	Entrada al tacho (kg)	Grados Brix	Salida del tacho (kg)	Grados Brix
1	323	3,8	163	8,1
2	320	4	170	8
3	327	3,7	161	7,9
4	315	4	163	7,5
5	330	4	173	8,4
6	300	4,6	160	8,4
7	312	3,9	153	7,8
8	325	4,2	166	7,9
9	325	4,1	163	8
10	325	3,9	157	8,4
11	315	4	149	8,3
12	320	4,3	162	8
13	317	3,6	158	7,5
14	315	4	154	7,8
15	315	4	160	7,5
16	322	3,9	158	8,2
17	327	3,8	163	7,6
18	321	4	166	7,8
19	310	3,7	151	8
20	270	4,2	133	8,2
Promedio	316,7	3,985	159,27	7,965

3.2.3 Balance de masa.

La materia prima requerida para llenar el tacho de jugo, se determina como la cantidad de jugo incorporado al tacho más la cantidad de desechos producidos en la elaboración de ese jugo.

$$MP = \text{Peso del tacho} + 0.11 * \text{Peso del tacho} \quad (3.1)$$

$$SS_{\text{Jugo}} = \text{Peso del jugo} * \text{Brix}^0 \text{ del jugo} \quad (3.2)$$

$$\text{Cant. de agua en el jugo} = \text{Peso del jugo} - SS_{\text{Jugo}} \quad (3.3)$$

$$SS_{\text{Producto}} = SS_{\text{Jugo}} = \text{Peso Del Producto} * \text{Brix}^0 \text{ Producto} \quad (3.4)$$

$$\text{Cant. de agua en el Producto} = \text{Peso del Producto} - SS_{\text{Producto}} \quad (3.5)$$

$$MP_{\text{Requerida}} = (\text{Agua del Jugo} - \text{Agua del Puré}) + SS_{\text{Producto}} + 1.11 \text{ Peso del Jugo} \quad (3.6)$$

3.2.4 Balance de masa Real.

Para la realización de estas ecuaciones se utilizó el promedio de las mediciones realizadas en la tabla # 7 y se calculará el balance para un tacho ya que todos los tachos destinados a la producción poseen la misma capacidad.

$$\text{MateriaPrima}_{\text{Entra}} = \text{Producción} * \frac{\text{Brix}^0 \text{ Producto}}{100} \quad (3.6)$$

Por tanto:

$$\text{Cant. de agua en el Producto} = \text{Producción Total} * \left(1 - \frac{\text{Brix}^0 \text{ Producto}}{100}\right) \quad (3.7)$$

$$\text{Cant. de agua en el Producto} = 159.27 * (1 - 0.079)$$

$$\text{Cant. de agua en el Producto} = 146.7$$

$$\text{Cant. de agua en el jugo} = 2 * \text{Cant de agua en el Producto} \quad (3.8)$$

$$\text{Cant. de agua en el jugo} = 2 * 146.7$$

$$\text{Cant. de agua en el jugo} = 293.4$$

$$\text{Cant de jugo} = \text{Cant de agua en el jugo} + \text{Cant de agua en el Producto} + SS_{\text{Producto}} \quad (3.9)$$

$$MP = \text{Producción} + \text{Cant de agua en el jugo} + 0.11 * \text{Cant de Jugo} \quad (3.10)$$

$$MP = 159.27 + 293.4 + 0.11 * 316.7$$

$$MP = 487.5 \text{ Kg}$$

Según lo establecido teóricamente el resultado sería el siguiente:

$$MP_{\text{Teórica}} = \text{Prod}_T + 2 * \text{Prod}_T * \left(1 - \frac{\text{Brix}^0 \text{ Producto}}{100}\right) + 0.22\text{Prod}_T \\ * \left(1 - \frac{\text{Brix}^0 \text{ Producto}}{100}\right) \quad (3.11)$$

$$IP_{\text{Teórico}} = \frac{\text{Producción}}{\text{Materia Prima}} \approx 0.33 \quad (3.12)$$

Según lo calculado se obtiene que:

$$IP_{\text{Calculado}} = \frac{159.27}{487.5} \approx 0.32 \quad (3.13)$$

Malas Prácticas detectadas.

El índice de producción calculado es relativamente igual al teórico, lo que demuestra que en la fábrica “El Faro” no se realiza una producción controlada, dado que los índices de producción de todas las zafra analizadas tienen una media superior a este valor:

- Zafra 2011 IP = 0.47
- Zafra 2012 IP = 0.40
- Zafra 2013 IP = 0.51

Estos índices tan altos revelan una afectación considerable de la calidad del producto en cuanto a su concentración y conservación ya que para una calidad óptima del producto se necesita que la tercera parte de la materia prima utilizada se convierta en producción.

Propuestas de medidas correctivas.

- Realizar con mayor frecuencia durante el proceso, control sobre el parámetro de calidad Sólidos Solubles, tanto a la entrada como a la salida de los tachos, como mostrados en la tabla 3.3.

- Establecer el tiempo de cocción adecuado para lograr que el jugo a la salida del tacho (puré de tomate) cumpla con la especificación de 8 °Brix según se establecen en la norma de calidad del producto final.

3.2.5 Indicadores de consumo eléctrico y producción.

De la tabla # 8, se puede apreciar la relación consumo eléctrico – producción, en tres zafra de tomate y se grafican en la figura # 39 donde se puede apreciar que no existe relación entre elementos.

Tabla 8 Relación producción- consumo electricidad por zafra.

Zafra 2011			
	Consumo Eléctrico(kW)	Entrada de tomate (Ton)	Producción (Ton)
Enero	3829	99,3	35,1
Febrero	8204	440,8	195,7
Marzo	7384	417,4	238,5
Abril	8560	484,5	248,4

Zafra 2012			
Enero	2831	36,1	11,1
Febrero	4869	159,4	51,7
Marzo	6764	283,9	96,3
Abril	7376	378,1	175,3
Zafra 2013			
Enero	6203	310,5	111,8
Febrero	7409	440,9	206,2
Marzo	10024	724,9	421,3
Abril	6733	201,3	130,4

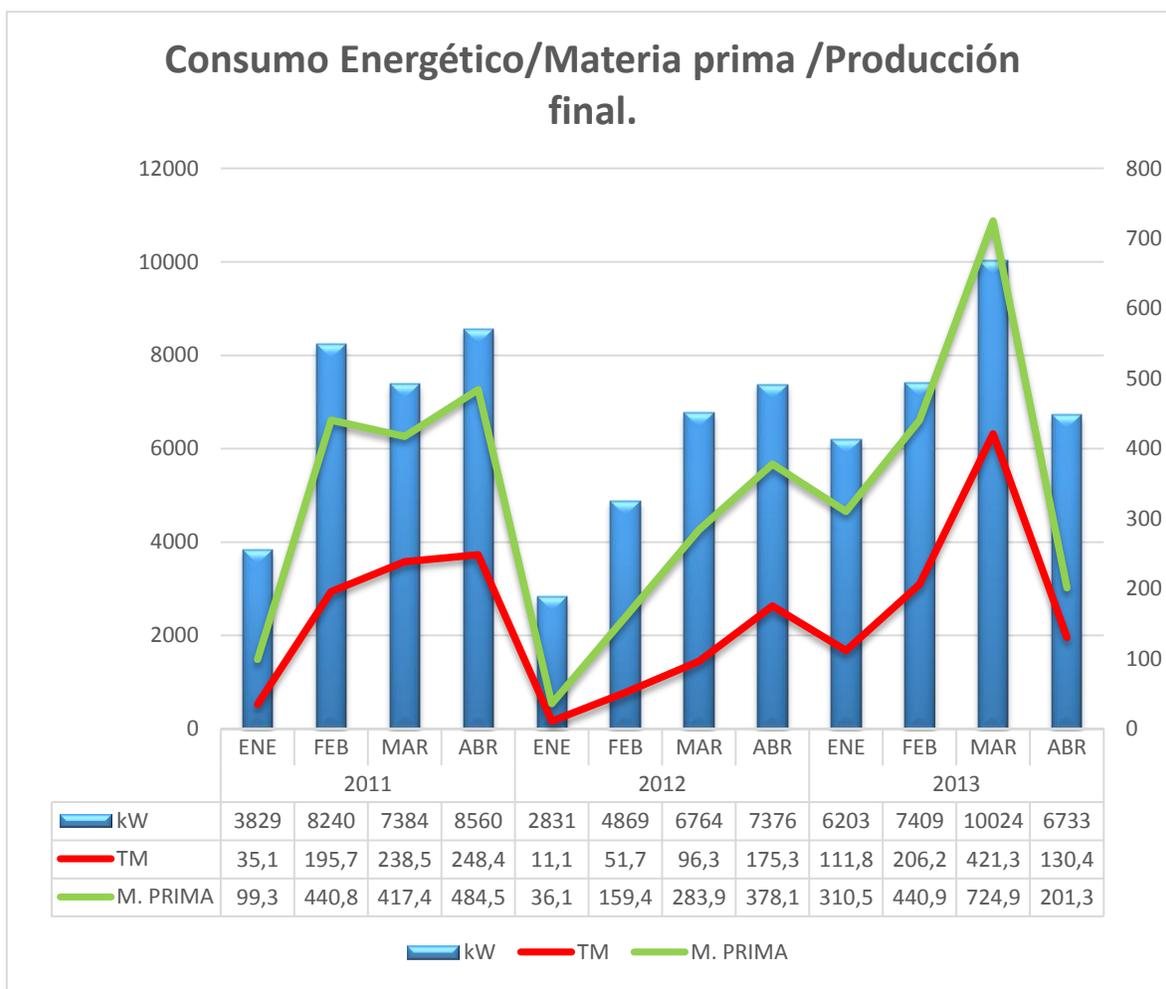


Figura 42 Grafica de Consumo eléctrico / Producción.

Como se puede observar, la fábrica no tiene un indicador estable de consumo eléctrico por tonelada de puré de tomate que se produce y por tanto se evidencian sobreconsumos como el de enero de 2012 donde se necesitaron 250 kW por tonelada de puré.

Cantidad de energía eléctrica consumida para el bombeo de agua.

Se distribuye el agua una bomba que consume 4.8 kW /h, por tanto en 10 horas de trabajo se consumen 48 kW. Entonces si conocemos que la zafra del 2013 duro aproximadamente 75 días, se produjo un consumo total de 3600 kW en concepto de bombeo de agua.

Malas Prácticas detectadas.

- No existe una programación para la producción, se utiliza toda la instalación sin importar cuánta materia prima esta almacenada en el área de recepción.
- No se fijan parámetros de calidad para realizar la compra de la materia prima.
- Bombeo continuo de agua durante todo el turno de trabajo.

Propuestas de medidas correctivas.

- Lograr estabilidad en la entrada de materia prima mediante una correcta contratación.
- De existir poca materia prima en recepción agilizar los procesos de lavado, selección y molido ya que son los más consumidores.
- Utilizar los tachos a su máxima capacidad logrando así emplear menos tachos para la cocción del producto.
- Bombear hacia un tanque elevado y distribuir el agua por gravedad.

3.2.6 Balance de la cantidad de agua utilizada.

Toda industria alimenticia consume grandes volúmenes de agua para realizar sus producciones. En El faro se observó que tienen conectado a la entrada de la red de distribución un metro contador para conocer el volumen de agua que se recibe pero se encuentra roto hace varios años. El agua llega por gravedad y es almacenada en una cisterna, seguidamente es bombeada permanentemente hacia las redes con una bomba marca DRESDEN con un consumo de 4.8 kW.

La fábrica realizó el pago del consumo de agua en el 2012 por un estimado de consumo que fue de 520 m³ mensual. Ya en el año 2013 no se pudo conocer exactamente pues cambio el sistema de cobro. Se realiza el mismo por el consumo general de todas las fábricas de la Unidad Productiva y se describe en la factura los miles de pesos, no volumen de agua consumida.

El agua se utiliza principalmente para lavar la materia prima, producir vapor y en actividades de higienización.

Para calcular la cantidad de agua que utiliza la empresa en las producciones, se realizaron mediciones en los distintos sectores de consumo del líquido.

3.2.6.1 Consumo de agua en el área de lavado y selección de la materia prima.

El principal consumidor de agua es el tanque de lavado. Para medir su consumo de agua, se tomaron muestras con un recipiente de un galón en una de las salidas de la ducha que porta el tanque con el objetivo de conocer el caudal del agua. Los resultados se muestran en la tabla # 9.

Tabla 9 Mediciones para el caudal de agua.

Medición	Tiempo de Llenado (seg)
1	29,5
2	28,4
3	31,3
4	30
5	33
Promedio	30,44

El resultado final es de un galón de agua cada 30 segundos que multiplicado por los 18 orificios de salida da como resultado un total de 18 galones cada 30 segundos por lo tanto:

$$18 \text{ Gal} - 30s \quad (3.14)$$

$$x \text{ Gal} - 1s$$

$$x \text{ Gal}/s = \frac{18\text{Gal}}{30s} \quad (3.15)$$

$$x = 0.6 \text{ Gal}/s = 2.26 \text{ L}/s$$

El tanque de lavado consume agua con un caudal de aproximadamente 2.26 litros por segundo, por tanto en 10 horas de trabajo por concepto de lavado se consumen 81 360.

Malas Prácticas detectadas.

- Rotura en la red de distribución de agua en el dispositivo para duchado de la MP en el conductor hacia área de selección.
- No todas las boquillas presentan el mismo flujo de agua debido a que los diámetros son diferentes por obstrucción en las mismas.

Propuestas de medidas correctivas.

- Reemplazar las válvulas de flujo de agua por otras de accionamiento rápido que puedan cortar el suministro a la ducha en caso de detenerse el flujo de materia prima.
- Sustituir las boquillas con deficiencias.
- Eliminar la rotura de la red de distribución de agua.

3.2.6.2 Consumo de agua en el área de generación de vapor.

Balance de vapor.

El segundo consumidor de agua en la fábrica es el proceso de producción de vapor. Este no tiene un caudal continuo ya que la caldera arranca y para a ratos según la presión de trabajo, por lo que se realizó una técnica de medición similar a la utilizada anteriormente para establecer el combustible que consume la caldera.

Consumo de agua para generación de vapor.

Primeramente realizamos el siguiente razonamiento:

$$1 \text{ t (de agua)} = 1000 \text{ l (de agua)} \quad (3.16)$$

Si la caldera produce 2.5 t/h de vapor, evapora 2.5 toneladas de agua por hora es decir 2500 litros por hora y según la tabla # 10,

Tabla 10 Consumo de agua en la caldera.

Hora de lectura	Horas de trabajo	Producción (t/h)	Consumo(L)
Lectura 8:05 AM	-	-	-
Lectura 1:05 PM	5	2,5	12500
Lectura 3:00 PM	2	2,5	5000
Lectura 4:35 PM	1,5	2,5	3750
Lectura 6:00 PM	1,5	2,5	3750
Total	10	-	25000

como resultado final se obtiene que la caldera consume aproximadamente 25 000 litros de agua cada 10 horas de producción.

Consumo de vapor para producción del producto.

En el este epígrafe se calcula la cantidad de vapor utilizada por la fábrica para producir puré de tomate. Se utiliza para este cálculo un tacho, todos con una capacidad promedio de 316.7 Kg de jugo de tomate, por tanto, con los siguientes datos:

m- Masa total a calentar (Kg)

$$m = 316.7 \text{ Kg}$$

C_p - Calor específico del tomate.

$$C_p = 3.98 \text{ KJ/Kg}^0 \text{ C} \Delta t \text{ - Variación de temperatura (}^0 \text{ C}^0 \text{C)}$$

$$\Delta t = 80 \Delta t = 80^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} = 65^{\circ}\text{C} = 338.15\text{K} \quad (3.17)$$

Calcularemos la cantidad de calor necesario Q para realizar el proceso de cocción mediante la siguiente ecuación:

$$Q = m * C_p * \Delta t \quad (3.18)$$

$$Q = 316.7 \text{ Kg} * 3.98 \text{ KJ/Kg K} * 338.15\text{K}$$

$$Q = 426.2 \text{ MJ}$$

Obtenido el calor, podemos calcular la cantidad de vapor de la siguiente manera:

$$Q = m * C_p * \Delta t$$

Dónde:

Q – Cantidad de calor necesario (KJ).

m - Masa total a calentar (Kg).

C_p - Calor específico del vapor.

Δt – Variación de presión ($^{\circ}\text{C}$)

$$\Delta t = 170.43^{\circ}\text{C} - 132.97^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = 37.46^{\circ}\text{C}$$

$$m = \frac{426226.5\text{KJ}}{4.217\text{KJ/Kg} * K * 310.61\text{K}}$$

$$m = 325.4\text{Kg}$$

Entonces:

Se necesitan 325,4 Kg de vapor para convertir en puré de tomate un tacho lleno de jugo. De lo cual se deduce que si se utilizan los 8 tachos, se necesitarían un total de 2603.2 Kg de vapor.

Malas Prácticas detectadas.

- Pérdidas de vapor durante su transporte (tuberías, válvulas, sellos, etc.)
- Deficiente aislamiento o insulación de las redes para conducir el vapor.

Propuestas de medidas correctivas.

- Reparar todos los dispositivos utilizados en el transporte de vapor (tuberías, aislantes, válvulas, sellos, etc.) porque actualmente se pierde $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ desde la caldera hasta la zona de utilización.
- Completar el aislamiento para reducir las pérdidas de vapor por este concepto.

3.2.6.3 Cantidad de agua utilizada en limpieza

Se establece la cantidad de agua utilizada en la limpieza durante y posterior a concluida la producción. Para medir su consumo, se tomaron muestras con un recipiente aforado con capacidad de 20 litros, en una de las mangueras que posee la fábrica para realizar las actividades de higienización de equipos y superficies, con el objetivo de conocer el caudal del agua. Los resultados se muestran en la tabla siguiente. Es válido señalar que la fábrica solo cuenta con dos mangueras para limpieza, situadas en el área de lavado y molido del producto y la otra en área de cocción.

Tabla # 11 Consumo de agua por limpieza

Medición	Tiempo de Llenado (seg)
1	5.10
2	4.82
3	5.20
4	4.52
5	5.17
Promedio	4.9

El resultado final es de 20 litros de agua cada 4,9 segundos que multiplicado por las 2 mangueras existentes da como resultado un total de 40 litros, por lo tanto usando la regla de tres:

$$20 \text{ litros} - 4,9 \text{ seg} \quad (3.14)$$

$$x \text{ litros} - 36000 \text{ seg}(10 \text{ horas})$$

$$x \text{ Gal/s} = \frac{720\,000 \text{ l}}{4,9 \text{ seg}} \quad (3.15)$$

$$x = 146\,939 \text{ lt}/10 \text{ h de trabajo}$$

En las actividades de limpieza el consumo agua se realiza con un caudal de aproximadamente 20 litros/4.9 segundo., por tanto en 10 horas de trabajo se consumen 146 939 litros, que multiplicado por dos mangueras, serian 293 878 litros en 10 h de trabajo.

Malas Prácticas detectadas.

- Existen fugas de agua en mangueras y válvulas utilizadas para la limpieza.
- Durante el proceso de selección y molido existe vertimiento permanente de sólidos al piso por deficiencias en los conductores y otras actividades y se utiliza agua para arrastrar y limpiar constantemente durante la jornada de trabajo.
- No existe metro contador
- Se desconoce la capacidad de almacenamiento de la cisterna.
- Bombeo constante de agua durante el tiempo de producción e higienización.
- No existe tanque elevado para almacenar agua y no tener que bombear de forma permanente.

Propuestas de medidas correctivas.

- Eliminar o minimizarlos vertimientos de sólidos al piso durante el proceso, de presentarse derrames realizar recogida de los mismos previa a la aplicación de agua.
- Organizar la limpieza en las áreas de trabajo para que se produzca de manera eficiente y rápida evitando consumos innecesarios de agua.
- Eliminar fugas en las válvulas de corte.
- Colocar metro contador a la entrada de la fábrica.
- Poner un tanque elevado para almacenar agua y evitar el bombeo constante.

3.3 Reutilización de los residuos sólidos.

La producción de puré de tomate en la fábrica El faro genera una gran cantidad de residuos sólidos orgánicos, este consiste en la cascarilla y la semilla del tomate, que según los resultados de la tabla # 6 son aproximadamente el 11.7 % del fruto.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de residuo en toneladas generado por zafra durante los años 2011, 2012, y 2013.

Tabla 12 Volumen de residuo sólidos generado por zafra.

Zafra	Producción Total (Ton)	Cantidad de Residuos (Ton)
2011	717,8	78,9
2012	334,6	36,8
2013	869,8	95,6

Se puede conocer de cuando producto se obtiene de la producción de compost en El faro, si se le aplica la técnica de compostaje en hileras. Como resultado de un kilogramo de residuo se logra aproximadamente el 20% del material compostado.

Entonces si en la zafra del 2013, la fábrica generó 95.7 toneladas de residuos sólidos orgánicos, se obtendrían 19.2 t de compost, aproximadamente 20 toneladas de material enriquecedor de los suelos..

Estos residuos sólidos, en la fábrica no son utilizados. La dirección de la misma, refiere que se eliminan por medio de camiones hacia el vertedero.

Si se procesara todo este desecho sólido en los espacios libres con que cuenta la fábrica, mediante el proceso de compostaje en hilera, la fábrica podría vender el producto a los mismos productores que le suministran la materia el tomate, contribuyendo así a mejorar los suelos para el cultivo de un modo más natural y menos contaminante.

Malas Prácticas detectadas

No utilización adecuada de los desechos sólidos orgánicos.

Propuestas de medidas correctivas.

Producción de compost ya que la zafra del tomate dura solamente 4 meses en el año. Ninguna de las otras técnicas descritas en el Capítulo II sería sostenible en el tiempo y el costo de las inversiones son elevados.

Conclusiones Parciales.

Se detectó, como resultado de los balances realizados lo siguiente:

- ✓ Balance de masa: Se incumplen los parámetros productivos durante el proceso al demostrar que la relación de materia prima contra producción terminada en la fábrica presentaba valores muy superiores por zafra a la tercera parte que se plantea.
- ✓ Balance de energía eléctrica: No existe una relación estable entre el consumo eléctrico y la producción realizada. En febrero de 2011 y 2013 se procesan prácticamente la misma cantidad de materia prima, 440.8 y 440.9 t respectivamente, sin embargo se consumen 8204 y 7409 kW, es decir 795 kW menos en el 2013 y producen 10.5 t más de puré de tomate.
- ✓ Otro gasto considerable de energía se realiza en el bombeo de agua, siendo de 3600 kW durante la zafra del 2013.
- ✓ -Balance de agua utilizada en las actividades fundamentales:
 - En el lavado de materia prima consumen 81 360 litros cada 10 horas de trabajo.
 - En generación de vapor 25 000 litros cada 10 horas de trabajo.
 - Se consumen 2603.2 J de vapor para concentrar el jugo en los 8 tachos.
 - Para la limpieza de superficies 293 878 litros cada 10 horas de trabajo.

- Para un total de 400 238 litros cada 10 horas de trabajo, que multiplicado por 75 días que duró la zafra en 2013 serian 30 017 850 litros.
- ✓ Los residuos sólidos orgánicos generados en la zafra del 2013, ascienden a 95.7 t. Se describe que al utilizar la técnica de compostaje resulta que se obtiene el 20 % de compost, entonces se lograría 19.2 t, lo que generaría otra fuente de ingresos y evitaría la contaminación ambiental.
- ✓ -El análisis de los consumos de agua y vapor de El faro conducen a propuestas de buenas prácticas para el ahorro de estos como:
 - ✓ Reemplazar las válvulas de flujo de agua de manera tal que puedan cortar el suministro a la ducha en caso de detenerse el flujo de materia prima.
 - ✓ Comenzar las tareas de limpieza una vez que haya terminado la producción del día, previa recogida de los desechos sólidos presentes en el piso.
 - ✓ Organizar la limpieza de los sectores para que se produzca de manera eficiente y rápida evitando consumos innecesarios de agua.
 - ✓ Colocar un tanque elevado para almacenar agua y utilizar la presión natural del líquido.
 - ✓ Reparar todos los dispositivos utilizados en el transporte de vapor (tuberías, aislantes, válvulas, sellos, etc.) porque actualmente se pierde $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ desde la caldera hasta la zona de utilización.

CONCLUSIONES GENERALES

- ✓ La implementación de la PML y las buenas prácticas de producción en la fábrica contribuyen a mejorar la calidad e inocuidad del producto y el consumo de energía eléctrica por tonelada de producción. También favorece el ahorro de agua, vapor y mejor aprovechamiento de los residuales sólidos generados por la producción.
- ✓ Se realiza un balance de todos los indicadores que intervienen en la producción, destacándose las principales deficiencias en cuanto a consumo eléctrico durante la producción y la cantidad de agua utilizada, donde se reafirma el elevado derroche debido a rotura en la red de distribución y en dispositivo para realizar el lavado de la materia prima previo al molido, pérdidas de vapor durante su distribución por tuberías, válvulas, sellos y la inadecuada utilización del agua para el arrastre de los desechos sólidos previo a la limpieza.
- ✓ No utilización de los desechos sólidos orgánicos.

RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal directivo y técnico de la fábrica en la estrategia de PML y su implementación en el proceso productivo.
- Realizar mantenimiento programado a equipos o partes que intervienen en la producción.
- Diseñar un sistema de tratamiento de residuales líquidos que garantice se cumpla con las especificaciones de vertimiento al medio según las normas vigentes.
- Procesar todos los residuos sólidos orgánicos generados utilizando la técnica de compostaje, lo que favorece a los ingresos y evita la contaminación ambiental.
- Aplicar los principios de análisis de peligros y puntos críticos de control como garantía de la inocuidad.
- Producir aplicando las normas de proceso tecnológico y calidad existentes.
- Eliminar salideros para evitar derroche de agua.
- Controlar de forma juiciosa todos los indicadores de producción.
- Generalizar la presente investigación en otras entidades de la industria conservera.

ANEXOS

ANEXO I

Dictamen de la Inspección Estatal Ambiental Ordinaria, efectuada del 8 al 30 de Junio del 2010 al municipio Cienfuegos.

Evidencias

1. Derrames de agua potable, debido a filtración existente en la cisterna ubicada en el área de parqueo. **(Artículo 13, inciso j y 14 de la Ley 81 “Del Medio Ambiente”. Artículo 27 del Decreto Ley 138 “De las Aguas Terrestres”)**
2. Llaves con salidero de agua en el área de descargue. (Artículo 13, inciso j y 14 de la Ley 81 “Del Medio Ambiente”)
3. Presencia de dos registros de residuales sin tapa en el área verde, en la zona de descargue. **(Artículo 13, inciso j y 14 de la Ley 81 “Del Medio Ambiente”)**
4. No existe caracterización de los residuales generados en la entidad durante el proceso productivo. **(Apartado 5. 13 de la NC 27 / 99 “Vertimiento de Aguas Residuales a las Aguas Terrestres y al Alcantarillado. Especificaciones”).**
5. Acumulación de desechos sólidos en las áreas verdes y de chatarra cerca de la tolva. **(Artículo 13, inciso j y 14 de la Ley 81 “Del Medio Ambiente”)**
6. Derrame de hidrocarburo del tanque de combustible ubicado junto a la cerca. **(Artículo 13, inciso j y 14 de la Ley 81 “Del Medio Ambiente”. Norma Cubana 96 – 02 –18 “Base de Almacenamiento del Petróleo y sus Derivados”)**

Medidas

1. Eliminar los derrames de aguas provenientes de la cisterna y las llaves.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB.

Fecha de Cumplimiento: 30 de Octubre de 2010.

2. Dotar de tapa a los dos registros ubicados en las áreas verdes de la fábrica.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Septiembre de 2010.

3. Realizar la caracterización de los residuales líquidos generados durante el proceso productivo, antes de su incorporación a la red de alcantarillado o las aguas superficiales.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Octubre de 2010.

4. Eliminar la acumulación de desechos sólidos en las áreas verdes y organizar la disposición de chatarra cerca de la tolva.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Septiembre de 2010.

5. Sanear el derrame de hidrocarburo del tanque de combustible junto a la cerca.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: Una vez notificado el presente dictamen y de forma permanente.

III.- Dictamen de la re inspección Estatal Ambiental Ordinaria, efectuada del 18 de noviembre al 1 de Diciembre del 2010 al municipio Cienfuegos.

Se verificó el cumplimiento de 5 medidas de inspección impuestas en Junio de 2010

1. Eliminar los derrames de aguas provenientes de la cisterna y las llaves.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB.

Fecha de Cumplimiento: 30 de Octubre de 2010.

Cumplida

2. Dotar de tapa a los dos registros ubicados en las áreas verdes de la fábrica.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Septiembre de 2010.

Cumplida

3. Realizar la caracterización de los residuales líquidos generados durante el proceso productivo, antes de su incorporación a la red de alcantarillado o las aguas superficiales.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Octubre de 2010.

Incumplida

4. Eliminar la acumulación de desechos sólidos en las áreas verdes y organizar la disposición de chatarra cerca de la tolva.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: 30 de Septiembre de 2010.

Cumplida

5. Sanear el derrame de hidrocarburo del tanque de combustible junto a la cerca.

Responsable: Director de la Fábrica y de la UEB

Fecha de Cumplimiento: Una vez notificado el presente dictamen y de forma permanente.

Cumplida

- ❖ Por el incumplimiento detectado se impuso **Una Obligación de Hacer lo que Impida la Continuidad de la Conducta Infractora**, según Contravención 49 / 2010 del inspector actuante.

No se detectan nuevas evidencias objetivas

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

- 1- Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Usando producción más limpia para facilitar la implementación de los acuerdos ambientales multilaterales: Organización de las Naciones Unidas (ONU); 2003.
- 2- Brian A. Nummer. Historical Origins of Food Preservation [Internet]. 2002 [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: http://nchfp.uga.edu/publications/nchfp/factsheets/food_pres_hist.html.
- 3- Terry C. Medio Ambiente y Desarrollo. Agencia de Medio Ambiente. 2005; 5 (9).
- 4- Castillo J. Uso de Tecnologías Limpias: Experiencias Prácticas en Chile [Internet]. 2004 [Citado 2010 sep. 18]. Disponible en: <http://www.redpml.cu>.
- 5- Ferry C. Medio Ambiente y Desarrollo. Agencia de Medio Ambiente. 2003; 5 (5).
- 6- Colectivo de autores .Producción más limpia y Buenas Prácticas Ambientales en las MIPYME del Municipio de ITAGÜÍ; 2007
- 7- Rigola M. Producción Más Limpia. Cuadernos de Medio Ambiente. España; 1998.
- 8- United Nations Industrial Development Organization. Training Kit on Cleaner Production Policies; 2003.
- 9- United Nations Environmental Programme. Production. Seventh International High Level Seminar. Industry and Environment. 2002 July- december; 25 (3-4).
- 10- Producción más limpia [Internet]. Cuba: Departamento de información ambiental CIGEA, Boletín trimestral No 5, 2003 octubre- diciembre [Citado 2013 sep. 18]. Disponible en: [http://www. Medioambiente.cu/redpml.cu](http://www.Medioambiente.cu/redpml.cu)
- 11- Jiménez Mora, G. La cocina de las conservas saladas y dulces. Uruguay; 2012.
- 12- Colectivo de autores .Acuerdo de Producción Limpia de la Industria Procesadora de Frutas y Hortalizas. Santiago de Chile; 2005.p. 1-8.

- 13- Manipulación de los alimentos. Requisitos Sanitarios Generales. NC 455; 2006.
- 14- Viniegra V, Sierra O, Jáuregui JI. Gestión y aprovechamiento de residuos. Centro Técnico Nacional de conservas vegetales. Santa Gema: San Adrian; 2005
- 15- Villavicenci Rosas C, Valdivia Medina JE, Saball P, Bahamonde Medina F, Lirenzini R, Montanari A. Acuerdo de producción limpia. Industria procesadora de frutas y hortalizas. Chile: Chilealimentos; 2005
- 16- Righi S, Oliviero L, Pedrini M, Buscaroli A. Casa ca Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali (CIRSA), University of Bologna, via dell'Agricoltura 5, 48123 Ravenna, Italy; 2012.
- 17- Silva JP, López P, Valencia P. Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje. EIDENAR; 2011.
- 18- Silva V JP, López MP, Valencia AP. Recuperación de nutrientes en fase sólida a través del compostaje. Escuela de Ingeniería de los Recursos naturales y del Ambiente: Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería. A.A. 25360 Cali-Colombia; 2010.
- 19- Cuadros Blázquez F, González González A, Roldan Ruiz MJ Rubiales Rubio F, Ruiz Celma A, Vizcaíno Galán A, et al. Digestión anerobia de residuos de la industria del tomate en modo continuo y semicontinuo .Huesca; 2011.
- 20- Cuadros F, López-Rodríguez F, Ruiz-Celma A, Rubiales F, González-González A. Recycling, reuse and energetic valuation of meat industry wastes in Extremadura (Spain) Resources, Conservation and Recycling .2011 ;55 (4): 393-399.
- 21- Centro Nacional de tecnología y seguridad alimentaria. Aprovechamiento de residuos orgánicos vegetales: posibilidad ve valorización. Universidad de Navarra. España: Pamplona; 2003

22- Viniegra V, Sierra O, Jáuregui JI. Gestión y tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la industria de transformados vegetales. Centro Técnico Nacional de Conservas Vegetales España: Laboratorio del Ebro; 2000

23- Mendoza H, Tabares JM, Jiménez M. Estudio del contenido del licopeno de diferentes variedades de tomete; 2000.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Moreno Linares C A, Fernández Concepción R R, Fernández Lorenzo A, Díaz Crespo L L .Implementación de las tecnologías para Producciones Más Limpias. [Tesis]: Universidad de Pinar del Río; 2009
- Loza Centeno M Y. Medio ambiente como limitante al desarrollo industrial. Aragón: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
- Hunt D, Johnson C. Sistemas de Gestión Ambiental. Ed. McGraw-Hill. Colombia; 1998.
- Tortosa Bl. Prácticas de Producciones más Limpias en el Sector Empresarial, Agencia de Medio Ambiente CITMA. Ciudad de la Habana; 2002
- Valdés E. La producción más Limpia. ICIDCA; 2002.
- Acuña C, Balza L, Calzadilla YI. Aplicación de Técnica de Ingeniería de Métodos en pastopoli C.A. Universidad Nacional experimental politécnica “Antonio José de Sucre.” 2006.
- Sagastume Gutiérrez A, Van Caneghem J, Cogollos Martínez JB, Vandecasteele C. Evaluation of the environmental performance of lime production in Cuba: Journal of Cleaner Production; 2012.p. 126-136.
- De la Torre Carreras R, González Ramos R. Ciruelos Calvo A. Parámetros de calidad en el tomate para industria; 2008
- Moya C, Arias L, Arzuaga J, Álvarez M, Plana D, Dueñas F, et al. Evaluación y selección participativa de nuevas líneas de tomate (*Solanumlycopersicum* L., sección *Lycopersicon*). 2008. p. 35-41. 19. Cadena del Tomate Industrializado en la Región Cuyo. Región Cuyo San Juan: Argentina; 2004
- Azcoytia C. Historia de la fabricación de conservas, encurtidos, ahumados y salazones en Roma. [Internet]. Italia; 2009 [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: <http://www.historiacocina.com/historia/articulos/conservasroma.htm>.
- Reina C E. Manejo poscosecha y evaluación de la calidad del tomate (*Lycopersicon* *Escaletum* Mill) que se comercializa en la ciudad de Nivea. Universidad Surcolombiana; 1998.

- Jaramillo Serna D. Evaluación de la aplicación de tres técnicas para la obtención de concentrado de tomate y su efecto sobre los parámetros de color, textura, tiempo de procesamiento y consumo energético [tesis]: Universidad de la Sabana; 2003.
- Rosero Velasco D F. Salsa de Tomate. Manejo de Sólidos y Fluidos [tesis]: Universidad del Valle; 2007.
- Pérez-Bermúdez RA, Gutiérrez Solís BA, Estudio sobre la gestión energética en el área de generación de vapor de la fábrica de conservas “Los Atrevidos”; 2010.
- Calleja CA, Álvarez Lanzarote I, Björkroth J, Capita González R, Catalá Moragrega R, Cocero Alonso MJ, et al. Nuevas tecnologías en la conservación y transformación de los alimentos .1.ed. España: Internacional Marketing & Communications S.A; 2009.
- García-Sandd E, Omil F, Lema JM. Desarrollo de tecnologías limpias en la industria conservera de productos marinos. En: Tecnología de la Fabricación de Conserva. 2000 ed. España: ALCION.p.287.
- Capanoglu E, Beekwilder J, Boyacioglu D, C.H. De Vos R, Hall R D. The Effect of Industrial Food Processing on Potentially Health-Beneficial Tomato Antioxidants. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. Turkey; 2010 .p. 919–930.
- Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector de los transformados vegetales. 1 ed. España: Centro de Publicaciones Secretario General Técnica Ministerio de Medio Ambiente; 2006.
- Guía para el control y prevención de la contaminación industrial. Comisión nacional del medio ambiente - región metropolitana; 1998.
- Instituto de Formación Integral. Prevención de riesgos laborales en la industria de conservas vegetales .1ed; 2008.
- Marín I. Valorización de los residuos industriales de tomate. ECO TIMES. . [Internet]. 2010 abril [Citado 2013 jun 12]: [aprox. 3p.]. Disponible en: <http://www.ambientum.com/revista/2010/abril/valorizacion-residuos-industriales-tomate.asp>.

- Herrera, J; Renaud, D; Meza, N; Morros ME. Evaluación participativa de dos materiales de tomate en la comunidad de Estibanda, estado Trujillo. INIA Divulga; 2010.
- Toledo Amaya M, Tamayo González E, Espinosa Benítez S, Diéguez Zaldívar J, Verdecia Pompa P. Evaluación y selección de variedades de tomate (*Solanum lycopersicon L.*) en dos localidades de la provincia Granma. 2010; 1 (16): 20-27.
- Hetrick M. Chapter 3: Treatment Wetlands and California Fruit and Vegetable Food Processors¹. En: Hetrick M. Sustainable Conservation Wastewater to Wetlands: Fruit and Vegetable Food Processing. U.S; 2002.p.1-21.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente agencia de medio ambiente centro de información, divulgación y educación ambiental. Elementos metodológicos para la introducción de prácticas de producción más limpia. Alternativas para el aprovechamiento económico de residuales; 1998.
- Rodríguez Núñez, J L; Macavilca T E. Ejercicios de balance de materia y energía aplicados a procesos industriales. Perú; 2011.
- Office of Resource Conservation and Recovery. Evaluating the Environmental Impacts of Packaging Fresh Tomatoes Using Life-Cycle Thinking & Assessment: A Sustainable Materials Management Demonstration Project; 2010
- Davidson, RK. Food Preservation. [Internet]. KANSASPEDIA; 2012 [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: <http://www.kshs.org/kansapedia/food-preservation/17877>.
- Parra González RE. Empresa industrial procesadora y comercializadora de frutas. [Internet]. Plus información. Red social; 2010 I [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Empresa-industrial-procesadora-comercializadora-frutas>.
- Hübbe S, Flores S, Ordóñez de Yapur A, Balanza ME, Profili J, Nimo M. Guía de buenas prácticas para la elaboración de conservas vegetales y frutas; 2005 agosto.
- Valencia A. Una fábrica de conservas de tomates se enfrenta a los problemas difíciles de reciclar el agua. [Internet]. España; 2009 [Citado 2013 jun 12]. Dis-

ponible en:

<http://www.ars.usda.gov/is/espanol/AR/archive/jan09/tomato0109.es.htm>.

- V. Viniegra. Gestión y tratamiento de residuos sólidos orgánicos de la industria de transformados vegetales. infoagro. [Internet]. ECO TIMES. 2010 abril [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: <http://www.ambientum.com/revista/2010/abril/valorizacion-residuos-industriales-tomate.asp>.
- Chávez Reyes Y. Propuesta para un sistema de control de calidad para una microempresa productora de salsa con insumos de la región Mixteca. [Internet]. [Tesis]: Universidad tecnológica de la Mixteca; 2002.
- Dieguez, CV .Programa de producción más limpia y competitividad empresarial para plantas de proceso de la actividad pesquera. Argentina; 2004.
- Tracy L. Parnell. Tomatoes: safe methods to store, preserv and enjoy; 2004.p.1-15.
- Carawan RE. Reducing Water Use and Wastewater in Food Processing Plants How One Company Cut Costs. [CD-ROM 35]. North Carolina: Cooperative Extension Service; 1996.
- Gilmore L. Tomato Sauces Supply Chain Environmental Management. Heinz-Watties Australasia Ltd: National Compliance Manager; 2002 .p.1-7
- Hermosilla Espinoza D, San Martín CO, Vidal Sáez G. Gestión integral de residuos líquidos: estudio de caso de una planta refinadora de aceite de pescado. Theoria.2008; 17 (1): 41-50.
- Fontes FG. Calculation of CO2 emissions [Internet]. TW Davies; 2010 [Citado 2013 jun 12]. Disponible en: http://people.exeter.ac.uk/TWDavies/energy_conversion/Calculation%20of%20CO2%20emissions%20from%20fuels.htm.
- Cleaner Production Reuse, recycle and treatment options Banskia Food Products Pty Ltd; 2001.
- Clean Technologies in U.S. Industries: Focus on Food Processing. United States: Asia Environmental Partnership; 2002.p. 2-16.

- Castillo Moreno J. Estudio comparativo del contenido de licopeno en jitomate (*solanum lycopersicum*) cultivado por campo abierto y por hidroponía mediante hplc: Universidad Veracruzana; 2011.