



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“Optimización de recursos y mejora continua en procesos de
producción de alimentos congelados”**

Memoria de Experiencia Profesional

Que para obtener el grado de:

Ingeniera

Química

Presenta:

María de Lourdes Flores Villagómez

Asesor:

D. C. Horacio González Rodríguez

Morelia, Mich., Octubre 2017



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROGRAMA ACREDITADO

Número de oficio 11/2014/2015

**P.I.Q. María de Lourdes Flores Villagómez
PRESENTE.**

En contestación a su atenta solicitud de fecha de 19 de agosto de 2014 me permito comunicarle a Usted, que se aprueba el tema de **Memoria de Experiencia Profesional** propuesta para presentar Examen Recepcional en la Carrera de Ingeniería Química.

El tema aprobado: **"OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS Y MEJORA CONTINUA EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS CONGELADOS"** el cual se desarrollará bajo el siguiente índice:

- RESUMEN**
- I.- INTRODUCCIÓN JUSTIFICACIÓN, OBJETIVO(S) E HIPÓTESIS
 - II.- GENERALIDADES O MARCO TEÓRICO
 - III.- DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGÍA)
 - IV.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS.**

Para tales efectos fungirá como asesor el Dr. Horacio González Rodríguez Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería Química. La mesa de jurado para revisión y realización de este trabajo estará integrada por:

DR. GONZÁLEZ RODRÍGUEZ HORACIO	PRESIDENTE	93003280
DR. VÁSQUEZ GARCÍA SALOMÓN RAMIRO	VOCAL	02001420
M.E.M. GALLARDO REYES MARÍA DEL ROSARIO	VOCAL	87004054
M.C. BELIAR UBALDO MA. AIDA	SUPLENTE	79002765

ATENTAMENTE
Morelia, Mich. 28 de agosto de 2014.


DR. JAIME ESPINO VALENCIA
DIRECTOR
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

Edificio "M" Planta Baja
Ciudad Universitaria

Tel/Fax 3-16-71-76
3-22-35-00 Ext. 3083

ÍNDICE

ÍNDICE.....	- 3 -
RESUMEN	- 6 -
ABSTRACT.....	- 7 -
Capítulo 1	- 8 -
1 INTRODUCCIÓN.....	- 8 -
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	- 18 -
1.2 OBJETIVOS.....	- 19 -
1.3 HIPÓTESIS.....	- 19 -
Capítulo 2	- 20 -
2 MARCO TEÓRICO.....	- 20 -
2.1 Generalidades del Aguacate	- 20 -
2.2 Proceso de aguacate congelado.....	- 22 -
2.2.1 Recepción de materia prima	- 23 -
2.2.2 Lavado, selección y sanitizado de materia prima.....	- 25 -
2.2.3 Corte deshuesado y despulpe	- 27 -
2.2.4 Inmersión en solución acida, drenado y colocación en charola	- 28 -
2.2.5 Congelado.....	- 29 -
2.2.6 Envasado al vacío, empaque y embarque.....	- 30 -
2.3 Buenas prácticas de Manufactura.....	- 30 -
2.4 Calidad y normativa aplicables para el proceso de mitades de aguacate.	- 32 -
2.5 Análisis de procesos y sistemas de mejora continua	- 34 -
2.5.1 Análisis FODA	- 36 -
2.5.2 Las 5 S.....	- 36 -
2.5.3 Mantenimiento productivo total, (TPM).....	- 38 -
2.5.4 Círculo de Deming	- 39 -
2.5.5 AMFE	- 40 -
2.5.6 Prueba de errores (Poka – Yoke)	- 40 -
2.5.7 Empoderamiento	- 41 -
2.5.8 Cuadro de Mando Integral	- 42 -

2.6	Sistema de Mejora Continua “KAIZEN”	- 43 -
2.6.1	Implementación de la metodología “KAIZEN”	- 45 -
Capítulo 3	- 46 -
3	DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGÍA)	- 46 -
3.1	Análisis Metodológico del Proceso de Producción (Mitades de Aguacate).....	- 47 -
3.2	Identificación de causas que afectan la productividad del proceso	- 47 -
3.3	Diseño e Implementación de actividades de mejora continua.....	- 48 -
3.4	Evaluación de las actividades implementadas	- 48 -
Capítulo 4	- 49 -
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	- 49 -
4.1	Análisis metodológico del Proceso de Producción (Mitades de Aguacate).....	- 49 -
4.2	Identificación de las causas que afectan la productividad del proceso	- 51 -
4.3	Diseño e Implementación de actividades de mejora continua.....	- 56 -
4.4	Evaluación de las actividades implementadas	- 57 -
Capítulo 5	- 67 -
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 67 -
	REFERENCIAS.....	- 68 -

Índice de Tablas

Tabla 1.	Composición nutrimental del aguacate.....	- 8 -
Tabla 2.	Estructura de la metodología FODA	- 36 -
Tabla 3.	Análisis FODA.....	- 50 -
Tabla 4.	Matriz FODA.	- 51 -
Tabla 5.	Categorización de áreas de oportunidad por su influencia en el proceso.	- 53 -
Tabla 6.	Categorización de áreas de oportunidad por frecuencia durante el proceso.....	- 54 -
Tabla 7.	Áreas de oportunidad en el proceso.	- 55 -
Tabla 8.	Implementación del Ciclo PHVA en las áreas de oportunidad del proceso.	- 56 -

Índice de Figuras

Figura 1.	Producción mundial de aguacate. (FAO, 2009).....	- 9 -
Figura 2.	Participación de las eportaciones mundiales. (FAO, 2008).....	- 10 -
Figura 3.	Producción de aguacate en México. (SAGARPA, 2010).....	- 10 -
Figura 4.	Producción de aguacate en México. (INIFAP, 2010).....	- 11 -
Figura 5.	Exportaciones de aguacate de México. (SAGARPA, 2010).....	- 11 -

Figura 6. Fases de la cadena productiva del aguacate. (SAGARPA, 2010).	- 12 -
Figura 7. Municipios de Michoacán y su cultivo de aguacate (SEDRUA, 2015).....	- 15 -
Figura 8. Diagrama de flujo de proceso. (COMOSA, 2009).	-16-
Figura 9. Anaquel para congelación de aguacate en charolas.	- 29 -
Figura 10. Estructura de la estrategia metodológica.	- 47 -
Figura 11. Gráfico de frecuencia de causas raíz.	- 55 -
Figura 12. Gráfico de tendencia de la Dureza.	- 57 -
Figura 13. Histograma de dureza de la materia prima.....	- 59 -
Figura 14. "Boxplot" de dureza en la recepción de fruta.....	- 58 -
Figura 15. Gráfico de tendencia del % de Fruta con defecto.....	- 59 -
Figura 16. Histograma % Fruta con defecto.....	- 59 -
Figura 17. "Boxplot" % Fruta con defecto.....	- 59 -
Figura 18. Pareto de efectos para Tiempo Muerto.....	- 60 -
Figura 19. Pareto de efectos para % de Merma.....	- 60 -
Figura 20. Tiempos muertos operativos.	- 61 -
Figura 21. Gráfico de % Merma.....	- 62 -
Figura 22. Gráfico de la producción en Lb/persona-día.....	- 63 -
Figura 23. Gráfico de Producción diaria promedio.	- 64 -
Figura 24. Comparativo de tiempos muertos antes y después de implementación de mejoras .	- 65 -
Figura 25. Comparativo de % de merma antes y después de implementación de mejoras.....	- 65 -
Figura 26. Comparativo de producción diaria en libras/día antes y después de implementación de mejoras.....	- 66 -

RESUMEN

En la presente memoria de experiencia profesional se describe el trabajo desarrollado en la empresa Congeladora Morelia S.A. de C.V. para la mejora del proceso de producción de aguacate para exportación. Por un periodo de aproximadamente 4 años trabajando directamente en el área de producción y calidad, en los que se implementaron mejoras sustanciales que dieron a la empresa ganancias productivas y económicas que actualmente siguen vigentes en este ámbito.

Michoacán, región líder en producción de aguacate, alberga empacadoras y procesadoras en diferentes ciudades como Uruapan y Morelia, entre las que destaca Congeladora Morelia S.A. de C.V., por ser una empresa dedicada a la manufactura de alimentos congelados, operando desde 1952. Entre sus principales productos están el hielo y alimentos congelados con calidad de exportación (aguacate, fresa, mango, etc.). La zona de comercialización incluye las principales ciudades de Michoacán y Guanajuato. Uno de sus principales procesos es la transformación de aguacate en diferentes productos, como son: mitades de aguacate, rebanadas, cuadritos y guacamole con calidad de exportación. En estos la mejora continua es una prioridad para el desarrollo del proceso. Las mitades de aguacate son el producto con mayor demanda y su proceso de producción requiere un riguroso control acorde con el grado de calidad de la especificación para obtener un producto competitivo que posiciona a la empresa como una favorita de los clientes, exigiendo un proceso de alta calidad.

El sistema japonés “Kaizen” fue elegido para analizar el proceso, pues describe una estrategia para la mejora continua e involucra metodologías de calidad, como un análisis FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas) para identificar las áreas de oportunidad en el proceso. La metodología de lluvia de ideas, para determinar las actividades que causan dichas oportunidades. Se evalúan de las actividades y reingeniería del proceso con la metodología del Círculo de Deming o Ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) para la implementación de las mejoras propuestas hasta lograr minimizar las debilidades que limitan el proceso. Como resultado se obtuvo una mejora considerable, disminuyendo en un 19.5% las mermas y un 50% los tiempos perdidos. Otra mejora fue en la administración y capacitación del personal, generando un aumento de productividad de 47% en la relación lb producida / hombre, obteniendo un producto con la calidad requerida, un adecuado aprovechamiento de los recursos y la implementación de la cultura “Kaizen” (mejora continua) como constante en la empresa.

Palabras clave: Aguacate, congelado, mejora continua, Kaizen, proceso.

ABSTRACT

This report of professional experience describes the work developed in the company Congeladora Morelia S.A. de C.V. for the improvement of the process of production of avocado for export. For a period of approximately 4 years working directly in the area of production and quality, which implemented substantial improvements that gave the company productive and economic gains that currently remain in force in this area.

Michoacan, a leader region in avocado production, owns packers and processors in different cities like Uruapan and Morelia, among which Congeladora Morelia S.A. de CV, is distinguished for being a company dedicated to the manufacture of frozen foods, operating continuously since 1952. Among its main products are frozen ice and export quality frozen foods (avocado, strawberry, mango, etc.). The marketing area includes the main cities of Michoacán and Guanajuato, serving the main chains of hotels, restaurants, self-services and convenience stores in our country. One of its main processes is the transformation of avocado into different products, such as: halves of avocado, slices, squares and guacamole with export quality. These are generated from a semi-artisanal method where continuous improvement is a priority for the development of the process. The avocado halves are the product with the highest demand and therefore the production process requires a rigorous quality control according to the quality grade of the specification. As a result you get a competitive product that positions the company as a favorite of customers, demanding a process of high quality. This panorama highlights the need for a thorough technical study of the process.

The Japanese system "Kaizen" was chosen to describe a strategy for continuous improvement and involves other quality methodologies, starting with a Strengths-Opportunities-Weaknesses-Threats analysis to identify areas of opportunity in the process. Then apply the brainstorming methodology to determine the activities that cause those opportunities. Subsequently, the evaluation of the activities and re-engineering of the process is carried out using the Deming Circle or Plan-Make-Check-Act methodology for the implementation of the proposed improvements until minimizing the weaknesses that limit the process. As a result, a considerable improvement was obtained in the process of receiving raw material, reducing by 19.5% the losses and 50% the lost times. Another improvement is the reengineering of personnel management, generating a 47% increase in the produced / man-made ratio and the development of specialized training programs for operational personnel with an increase in productivity, finally obtaining a process that guarantees the quality of the product. An adequate use of the resources and the implementation of the "Kaizen" culture was also achieved as a constant in the company.

Capítulo 1

1 INTRODUCCIÓN

Michoacán es una región naturalmente productora de aguacate, este árbol, originario de Mesoamérica, tuvo su origen en el centro de México y en algunas partes de Guatemala, donde se cultivaba desde antes de la llegada de los españoles. El nombre del aguacate proviene del náhuatl (Ahuacatl), palabra que significa “testículos de árbol”. Su nombre científico es *Persea Americana* y proviene de la familia laurácea. Regularmente, el árbol de aguacate puede alcanzar una altura de hasta 20 metros, sin embargo, cuando se cultiva no se deja crecer más de 5 metros, para facilitar las prácticas de control fitosanitario, cosecha, poda y fertilización foliar. Es de tronco grueso con hojas alargadas que terminan en punta. Tiene varias ramificaciones, que generan un follaje denso. El aguacate es considerado un producto perenne debido a que se cultiva durante todo el año. (Álvarez, 1975).

El fruto es carnoso con un hueso en su interior (drupa), en forma de pera, de cáscara rugosa o lisa, color verde claro a verde oscuro o negro, con una pulpa verde amarillenta y un hueso central muy grande. Existen aproximadamente unas 400 variedades, por lo que podemos encontrar frutos de formas y pesos diferentes, que pueden llegar a pesar de 50 a 1350 gr. (Broom, 1970). En la Tabla 1 se presenta la composición nutrimental típica del aguacate.

Tabla 1. Composición nutrimental del aguacate.

Composición por 100 gramos de porción comestible	
Calorías	134.3
Grasas (g)	13.8
Hidratos de carbono (g)	1.3
Fibra (g)	2.4
Potasio (mg)	320.0
Magnesio (mg)	18.0
Provitamina A (mcg)	119.0
Vitamina E (alfa-tocoferol) (mg)	2.3
Vitamina C (mg)	4.0
Ácido fólico (mcg)	8.0
Piridoxina (mg)	0.3

El aguacate, debido a sus excelentes propiedades nutrimentales y organolépticas, genera un alto consumo nacional e internacional. Las características y atributos del producto son acordes a las necesidades y gustos del consumidor final que adquiere el fruto, es decir, en la cadena de distribución se toma en consideración si el destino son los canales tradicionales (mercados, fruterías, etc.) o canales modernos (supermercados, tiendas de conveniencia, etc.). Los consumidores reconocen el sabor y colorido que este producto proporciona a cada platillo, así como su contenido nutrimental, lo que ha originado que el consumo mundial de aguacate tenga un amplio crecimiento. (SAGARPA, 2011).

En el mundo, los principales 20 países productores de aguacate, produjeron 3.5 millones de toneladas. México destaca como el principal productor con 1.2 millones de toneladas, cantidad que representa el 35% de la producción de este grupo, como se muestra en la Figura 1. La mayor producción de aguacate se concentra en 12 países del continente Americano. Chile es el segundo país productor, su producción alcanza 328 mil toneladas. Destacan también Indonesia y Republica Dominicana como importantes productores. Esta distribución de la producción mundial es resultado de las condiciones climatológicas y edafológicas que prevalecen en el continente Americano, ya que son las ideales para que este fruto pueda alcanzar su madurez y el óptimo desarrollo que requiere en el mercado de exportación.

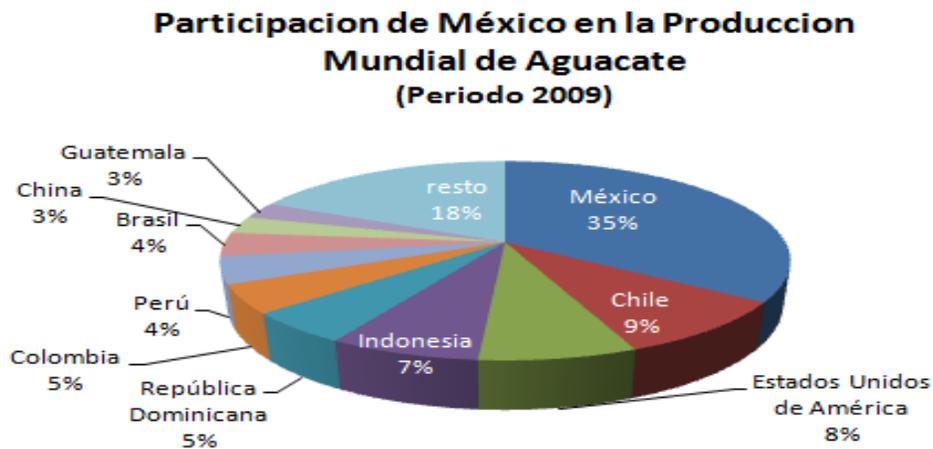


Figura 1. Producción mundial de aguacate. (FAO, 2009).

Respecto al comercio internacional, las exportaciones de aguacate de los países que se encuentran en la cúspide mundial alcanzaron 688 mil toneladas en el 2008. La participación de las exportaciones mundiales se muestra en la Figura 2. En esta lista, México ocupó el primer lugar, exportando 270 mil toneladas y Chile el segundo lugar con 84 mil toneladas. Las exportaciones mundiales de aguacate mexicano se han incrementado en los últimos años por la creciente demanda en

algunos países y la apertura comercial. Perú, Sudáfrica, España y Países Bajos, juntos, representan el 34%, una tercera parte de las exportaciones mundiales. El resto de exportadores lo conforman países como: Francia, EE.UU., Alemania, Bélgica, entre otros, los cuales se suman a la lista de los principales países exportadores en el mercado del aguacate. (SAGARPA, 2011)

**Participación de las Exportaciones Mundiales
(Periodo 2008)**

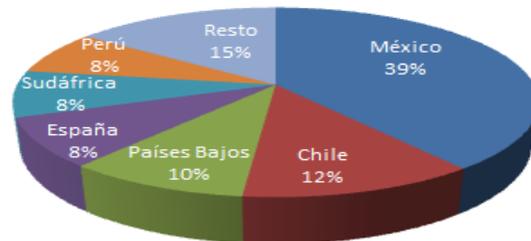


Figura 2. Participación de las exportaciones mundiales. (FAO, 2008).

La producción de aguacate en la República Mexicana es realizada casi en su totalidad por el estado de Michoacán como se manifiesta en las Figuras 3 y 4. En el año 2010, los porcentajes respecto a la producción total fueron: en abril, se cosechó el 12%, mayo el 11%, junio el 14% mes en que se alcanzó el máximo de producción anual, y julio con el 12%. En los meses posteriores el rendimiento en la producción disminuyó gradualmente, en diciembre fue el mínimo de producción.

**Producción de Aguacate en México
(Periodo 2010)**

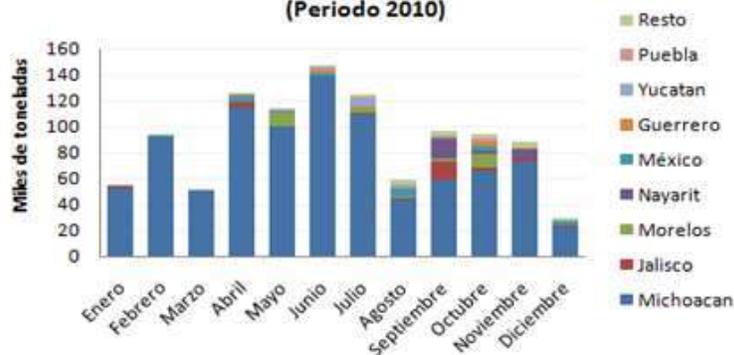


Figura 3. Producción de aguacate en México. (SAGARPA, 2010).



Figura 4. Producción de aguacate en México. (INIFAP, 2010).

Las exportaciones mexicanas de aguacate están concentradas principalmente en 3 mercados (EE.UU., Japón y Canadá). El comportamiento de las exportaciones es dinámico y creciente, como podemos verlo en la Figura 5. El 2008 ha sido el año en el que se obtuvo el máximo nivel de exportaciones, alcanzando un valor de transacciones de 812 millones de dólares. Para el año 2009 y 2010, las exportaciones mexicanas tuvieron una contracción, siendo la principal caída la ocurrida en el año 2010, en que las exportaciones cayeron en -15.6%. En particular, durante 2010, las exportaciones a EE.UU. fueron de 492 millones de dólares, lo que significó una caída de 18.2%. En la última década, la tasa de crecimiento promedio anual de las exportaciones fue de 25%, al pasar de 73 millones de dólares en el 2000 a 672 millones de dólares en 2010.

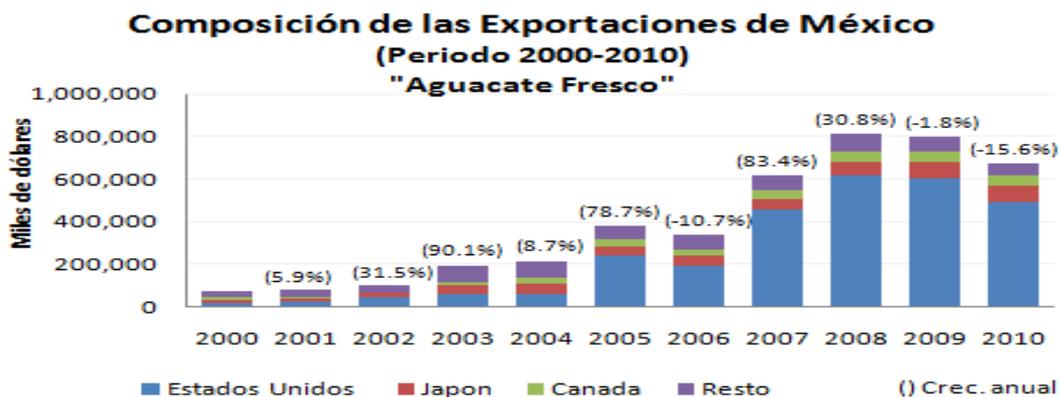


Figura 5. Exportaciones de aguacate de México. (SAGARPA, 2010).

Las nuevas tendencias de consumo de aguacate en EE.UU. muestran una creciente demanda, lo que ha generado que las importaciones de aguacate crezcan gradualmente. En el año 2000, se importaron 74 mil toneladas y se exportaron 1.8 mil toneladas. Por su parte, 2008 fue el año que registró mayor flujo comercial en EE.UU., ya que se importaron 475 mil toneladas y se exportaron 2.4 mil toneladas. En el año 2009, se exportaron 10.6 mil toneladas, cantidad que fue la más alta en los 10 años de análisis. Las importaciones de aguacate en la última década fueron superiores a 2 millones de toneladas y las exportaciones alcanzaron 39 mil toneladas, cantidad que representa el 1.5% de las importaciones totales.

La importancia de la exportación de aguacate en diferentes presentaciones es muy importante para la economía del estado y del país, y se rige principalmente por la cadena productiva, cuyo diagrama se muestra en la Figura 6, que presenta las tres fases que atraviesa el aguacate hasta llegar al consumidor final, estas son: la primaria, la de industrialización y la de comercialización.

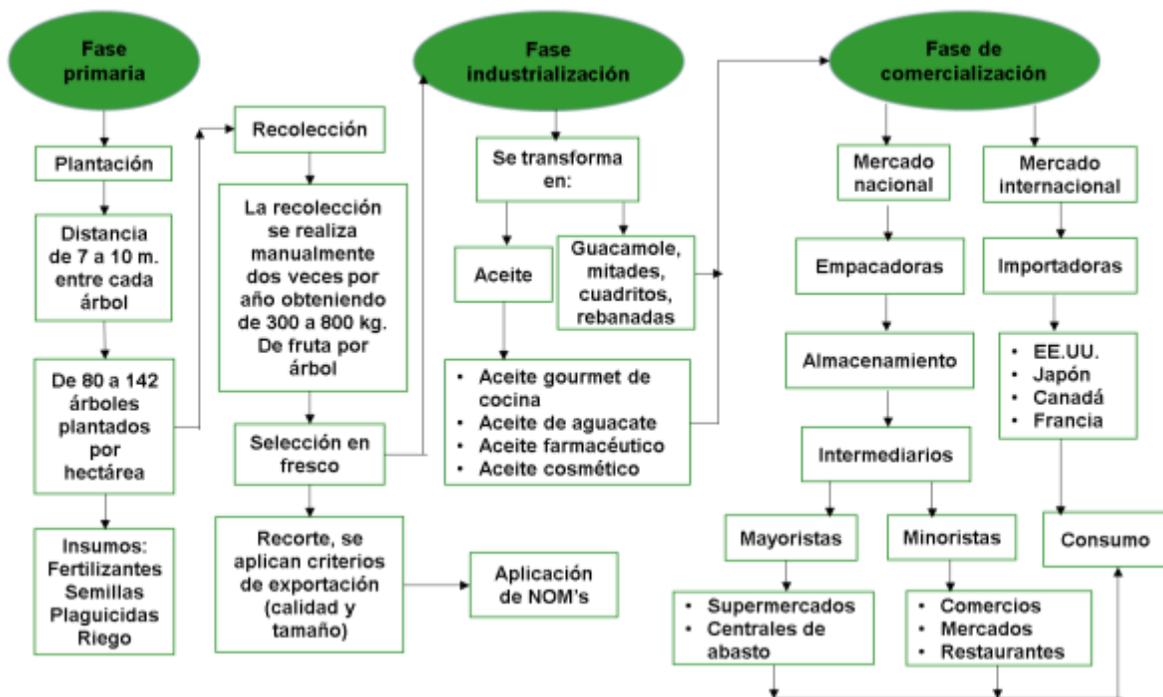


Figura 6. Fases de la cadena productiva del aguacate. (SAGARPA, 2010).

La fase primaria, en la que se realiza la plantación, recolección y selección en fresco (actividades artesanales o semi-artesanales), se encuentra relacionada directamente con la agroindustria, que incluye a microempresas, pequeñas y medianas unidades productivas e inclusive grandes complejos agroindustriales,

manejados a través de diferentes formas asociativas, que están buscando que las producciones agrarias puedan transformarse de formas alternativas para fortalecer la demanda interna, mediante un mejoramiento en el sistema de procesamiento, comercialización y consumo, e indirectamente ayudar al establecimiento de microempresas innovadoras. La implementación de prácticas efectivas después de la cosecha, con tecnologías adecuadas, acompañadas con el desarrollo de productos agroindustriales a partir de los frutos de aguacate, puede contribuir a que los productores se asocien como empresas y de esta forma logren una mayor capacidad de negociación para adquirir los insumos requeridos a menor costo. De igual manera, avanzar en la integración al mercado, para obtener convenios de venta favorables, para ofertar volumen y calidad, con un mayor valor agregado, además de lograr una identidad del aguacate o producto procesado mediante el desarrollo de una marca, destacando las cualidades y la confianza que el consumidor pueda encontrar.

En la fase de industrialización los productos industrializados tienen una larga vida útil y pueden almacenarse por un tiempo prolongado, sin necesidad de mayores cuidados, como el producto en fresco. La industrialización del aguacate tiene tres principales subproductos: el aceite de aguacate, el guacamole y las mitades de aguacate.

Dependiendo de la variedad de aguacate, este alcanza en la pulpa niveles de aceite de hasta 25%, con valores promedios de 15-19%, lo que permite lograr rendimientos cercanos al 10% de la fruta fresca. El aceite crudo de aguacate contiene alrededor de 80 - 85% de ácidos grasos insaturados así como un importante nivel de materia que no puede disolverse en soluciones acuosas. (Gallego, 1983). Debido a su alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, se ha comparado en calidad nutricional con el aceite de oliva. Ayuda a reducir las lipoproteínas de baja densidad (colesterol malo), el contenido de triglicéridos en la sangre y disminuye el riesgo de desarrollar arterosclerosis. En el proceso de obtención de aceite el aguacate se lava, el hueso y la cascara son retiradas y el aceite es extraído de la pulpa por decantación, para terminar de separar completamente el agua, la grasa y el aceite.

El aceite de aguacate se utiliza de muy distintas formas:

- En la industria cosmética, como rehidratante para la piel seca, para combatir arrugas, para mejorar el cutis, entre otros.
- El aceite en la industria alimentaria se oferta como un aceite tipo gourmet.

Para el guacamole existen múltiples procesos de conservación de la pulpa de aguacate. El mejor proceso lo ofrece la congelación, de la cual se obtiene la base para productos como salsas o condimentos para alimentos. Las pulpas

almacenadas a temperatura de -18°C conservan durante más tiempo sus características iniciales. Sin embargo, después de tres meses en almacén su calidad comienza a decrecer, con la pérdida significativa de textura, la cual ocurre después del descongelado debido a la destrucción celular. (Fersini, 1975).

Uno de los productos con mayor aceptación que proviene de la pulpa de aguacate es el guacamole, el cual es una salsa de aguacate, que puede ser totalmente molida o contener pequeños trozos de aguacate. La formulación del guacamole se basa en la pulpa procesada con el mejor tratamiento incluyendo la adición de antioxidantes y conservadores, adicionándose especias en diferentes proporciones. El proceso de preparación de guacamole industrial es:

1. Corte y pelado de la fruta.
2. Mezcla y homogenización de la pulpa.
3. Adicción de sal, especias y conservadores.
4. Envasado y etiquetado.

El guacamole tiene amplia aceptación alrededor del mundo, en la cocina mexicana se usa como salsa para todo tipo de alimentos, mientras en las cocinas internacionales, se sirve como aderezo en los platillos principales, este el caso de los EE.UU., donde se come con totopos o se usa como salsa para guisos de carne, ampliamente difundida por la comida Texano-Mexicana. En países donde el aguacate es muy costoso, el guacamole es considerado como una exquisitez.

En la fase de comercialización, el aguacate se distribuye en mercados nacionales e internacionales. En el mercado nacional las empacadoras, por medio de intermediarios, distribuyen el aguacate a mayoristas en centrales de abasto y supermercados, y a minoristas, que lo comercializan en mercados, restaurantes y pequeños comercios.

En el mercado internacional, los aguacates se venden a importadores, quienes lo exportan, ya sea como producto fresco o procesado en las distintas presentaciones, lo cual le da un valor agregado, haciendo que la utilidad en este canal de distribución sea mayor. Los principales países que importan aguacate son EE. UU., Japón, Canadá y Francia. La cadena productiva finaliza con el consumo del producto.

El estado de Michoacán cuenta con producción de aguacate en diversos municipios de la entidad, como se observa en la Figura 7, por tanto, se promueve la creación de empresas manufactureras de guacamole, mitades de aguacate y otras presentaciones en lugares como Uruapan y Morelia, en esta última, nace

Congeladora Morelia S.A. de C.V., empresa dedicada a trabajar con frío, desde 1952, en ella se procesa y congela alimentos para su exportación, destacando el hielo grado alimenticio y la maquila de aguacate. El proceso productivo de mitades de aguacate que se lleva a cabo en Congeladora Morelia depende de una gran variabilidad de condiciones inherentes al aguacate, a factores humanos, tecnológicos y de infraestructura.

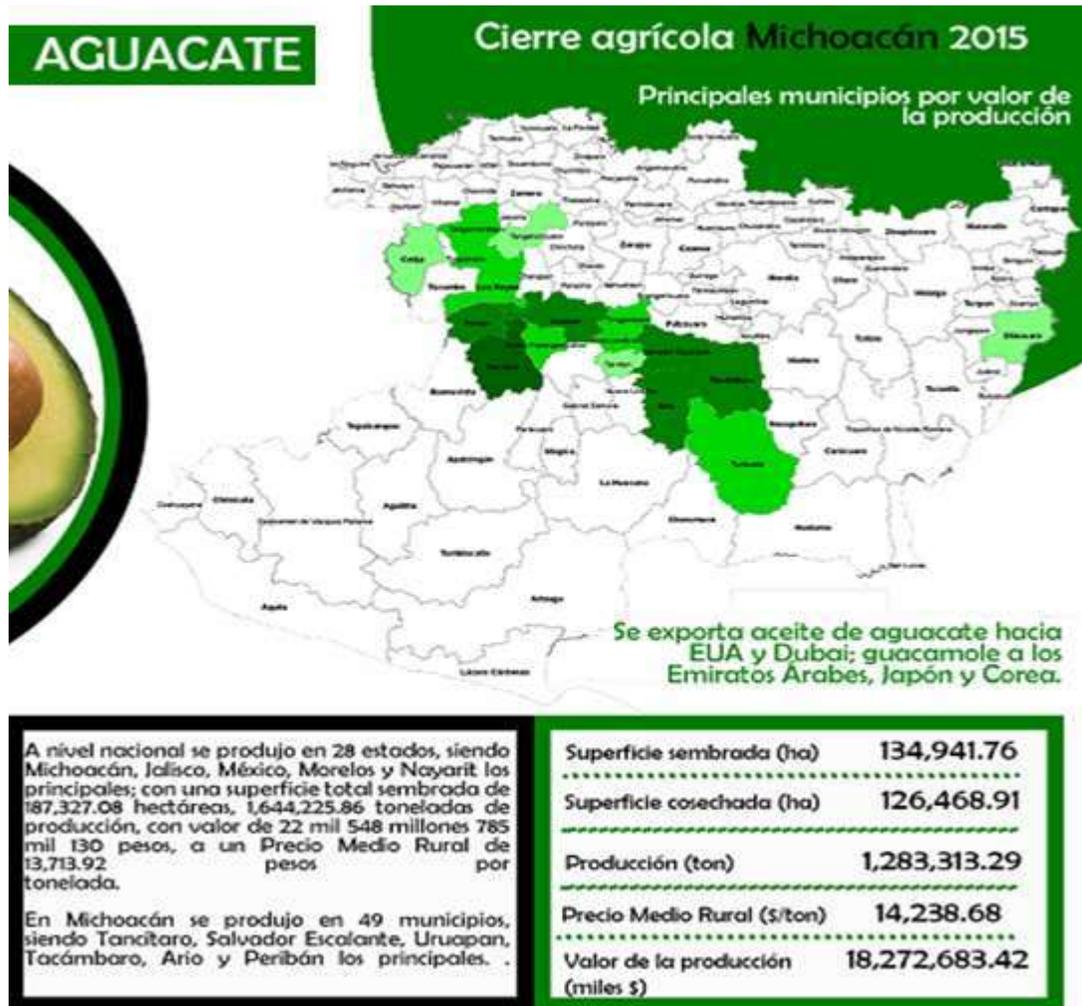


Figura 7. Municipios de Michoacán y su cultivo de aguacate. (SEDRUA, 2015).

El crecimiento de la producción y productividad de mitades de aguacate es notable en las últimas temporadas, sin embargo, por afectaciones en la calidad esperada, existe una disminución del volumen de producto terminado. Así, debe existir equilibrio entre la producción y la calidad, que solo se logra con controles, métodos, cumplimiento a normas y especificaciones que permiten el buen funcionamiento del proceso. Los aguacates destinados a la conservación en forma de mitades deben ser muy bajos en el contenido de fibra, debido a que este material

da una presentación poco atractiva al consumidor, la fruta debe ser de tamaño medio, para lograr mejor distribución en el envase, el estado de madurez es fundamental, requiriéndose una buena firmeza, que facilite la operación de manufactura, empaque y almacenaje. La inmersión de las mitades o trozos de aguacate en una solución de ácido ascórbico y/o cítrico, tiene un efecto directo sobre la proliferación de hongos y levaduras, al disminuir el pH de la superficie del aguacate. Por otra parte, a mayores concentraciones de ácido ascórbico, el nivel de oxidación se reduce, sin embargo este ácido no es un inhibidor de la enzima polifenoloxidasas (PPO) responsable del pardeamiento en los productos procesados. Al transformar el aguacate en mitades o trozos se evidencia una marcada influencia de la temperatura en los tiempos de vida útil del aguacate. Para la conservación, según el tipo de empaque escogido, el apilado del producto terminado debe ser cuidadoso, a fin de no deformar las mitades, lo cual va en gran detrimento de la presentación final, las temperaturas no deben ser superiores a los -4°C , en ningún momento del almacenaje o distribución, para poder alcanzar tiempos de conservación superiores a 84 días. El proceso completo se describe en la Figura 8.

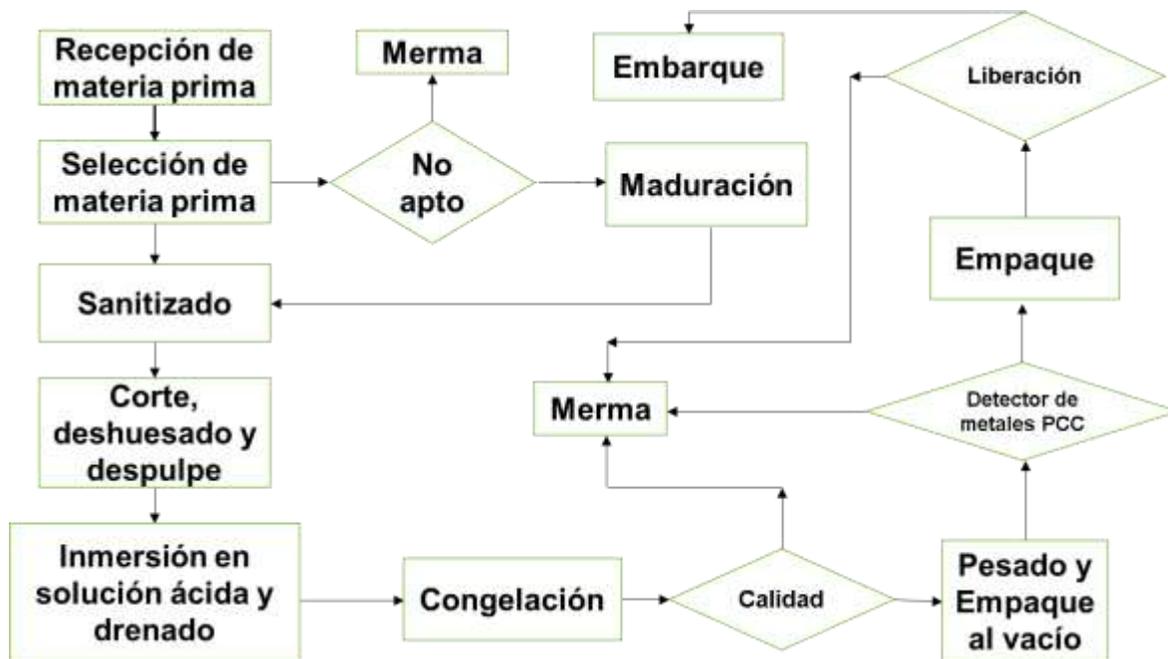


Figura 8. Diagrama de flujo de proceso. (COMOSA, 2009).

En base al proceso descrito es necesario analizar, desarrollar, e implementar funciones específicas, metodologías, mediciones, controles, verificaciones y

validaciones para el aseguramiento de la calidad, inocuidad y productividad dentro de la operación del sistema productivo de mitades de aguacate, que contemple la prevención, detección oportuna y control situacional de eventualidades que garantice el cumplimiento de los requisitos de producción, calidad e inocuidad, ya que actualmente el sistema productivo es ambiguo en ciertos aspectos del proceso, lo que ocasiona confusión, que afecta directamente la operación.

La supervisión como tal se vio superada por el proceso debido al ineficaz método de monitoreo y verificación del cumplimiento de procedimientos y requisitos, a la inexistencia de indicadores de gestión de los turnos y a la confusión general de los criterios de calidad, inocuidad y producción.

La calidad de la materia prima fue una variable determinante en la baja de la productividad del proceso resaltando la importancia de atención y mejora continua en los procedimientos de recepción. Los insumos y materiales que se destinaban al proceso de elaboración se distribuían de manera arbitraria, sin que existiera un control de entradas y salidas de inventario, existía un desconocimiento total de la cantidad usada vs. la cantidad necesaria de estos insumos provocando exceso o desabasto de ellos.

Sin estadísticas se forzaba al personal a producir más, concibiendo que a más personas mayor producto terminado, sin considerar la calidad, inocuidad y producción. Esto generó una falta o exceso de personal, estrés laboral en el intento de alcanzar objetivos y metas determinadas, que eran inviables y no estaban alineadas a las condiciones de la materia prima, los insumos y el proceso en general. Tampoco existían métodos de control aplicables a las fallas y/o descuidos en el proceso. Esto derivó en un incremento de los tiempos muertos, exceso de merma e inadecuado ambiente laboral. A pesar de ser un proceso artesanal existían grados de especialización en los colaboradores que impactaban negativamente ante la ausencia de personal capacitado en posiciones clave.

En la Facultad de Ingeniería Química de la UMSNH ya se habían hecho estudios del proceso de aguacate, por ejemplo la tesis presentada por Vargas, C. (2007), titulada "Supervisión en el proceso de elaboración de mitades de aguacate congelado", en el año 2007. Otro trabajo relacionado es el de Quintero, A. (2017) quien desarrolló la tesis titulada "Diseño y optimización de un despulpador de aguacate", que si bien no está directamente relacionado con este proceso, pues es un trabajo aplicado a la extracción de aceite, sí marca un precedente para el posible diseño de un despulpador para el proceso de mitades de aguacate congelado.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El proceso de producción de mitades de aguacate de la Congeladora Morelia S. A. de C. V., tiene una merma del 52% y tiempos muertos que afectan la productividad. Así mismo, la gran variedad de productos ofertados, la competencia, la necesidad de ofrecer productos con mayor calidad y la presión de aumentar las ganancias, hace necesario un análisis del proceso para identificar oportunidades de mejora en las diferentes etapas. De esta forma se implementa la medición de variables y el seguimiento de los datos para aplicar la reingeniería e implementar actividades de mejora continua necesarias del proceso de producción. Esto se realiza mediante estrategias como son el FODA (Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas), "Kaizen", Lluvia de ideas, Círculo de Deming o Ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar), para finalmente evaluar los resultados obtenidos, verificar que las acciones tomadas cumplan con lo requerido dentro del proceso y así proceder a la validación. Así, el análisis de las etapas del proceso de producción realiza la identificación de los puntos de control para generar datos y desarrollar un sistema de mejora continua que ofrezca indicadores para la adecuada toma de decisiones dentro del proceso, así como de los aspectos inherentes de calidad, inocuidad y recursos humanos. Implementación de actividades de mejora continua, la medición de indicadores y la re-estandarización del proceso, se logrará la disminución de mermas y tiempos muertos, aumentando los volúmenes de producción y asegurando la calidad en el producto terminado, de tal forma que los resultados positivos en la productividad de la empresa sean tangibles.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el proceso de producción de mitades de aguacate a través de la implementación de actividades de mejora continua necesarias para el adecuado aprovechamiento de los recursos disponibles en este proceso de alimentos congelados.

Objetivos específicos

- Analizar el proceso de producción de mitades con metodología FODA.
- Identificar las causas que afectan directamente la productividad del proceso.
- Implementar actividades de mejora continua para disminuir mermas y tiempos muertos y aumentar los volúmenes de producción.

1.3 HIPÓTESIS

La implementación de actividades de mejora continua disminuye mermas y tiempos muertos aumentando la productividad en procesos de manufactura de alimentos congelados.

Capítulo 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Aguacate

El cultivo del aguacate es muy importante a nivel nacional, ya que México es el primer productor mundial con más del 34%, es decir, de cada 10 aguacates comercializados a nivel mundial, 3 son vendidos por productores mexicanos, lo que convierte al país en el principal exportador internacional de esta fruta. Estados Unidos es el principal consumidor del aguacate mexicano, se estima que de cada 10 aguacates que México vende al exterior, 8 van a parar al mercado estadounidense. El impulso en el consumo de esta fruta se atribuye a factores como la creciente demanda de la comunidad latina en los Estados Unidos por este producto y una mayor difusión de los beneficios a la salud por el consumo de esta fruta.

En los últimos años se ha observado este impulso en la demanda del aguacate en los mercados internacionales, lo que ha elevado su producción. Entre el año 2000 y 2010, la producción del fruto pasó de las 907 mil a un millón 107 mil toneladas, esto es, un crecimiento promedio anual de 2.3%. A partir de 2011 y hasta 2015 la producción mantuvo una dinámica de 8.3% promedio anual, al pasar del millón 264 mil toneladas al millón 644 mil. De los 10 principales mercados a donde se exporta el aguacate, en 8 mostraron un aumento en la demanda, destacando Holanda, que tuvo un aumento de 284%, España un 141%; Hong Kong, con un 113% y Japón y Canadá, con crecimientos de 46 y 45%, respectivamente.

De acuerdo con la publicación semanal del “Hass Avocado Board”, al cierre de enero de 2016 el aguacate “hass” tenía un precio al menudeo de 0.94 dólares, en el transcurso del año se llegaron a registrar niveles máximos de 1.44 dólares. Pese a los precios que registra el aguacate mexicano, la demanda por este producto tuvo un aumento. El valor de las exportaciones ascendió a poco más de 2 mil millones de dólares, lo que significó un repunte de 24% en comparación con lo registrado en 2015. En el año 2000, las exportaciones de aguacate reportaron ingresos por 73.7 millones de dólares y en los últimos 6 años las exportaciones de aguacate mexicano crecieron a un ritmo de 22.8% promedio anual.

El 80% de la producción de aguacate en México se concentra en Michoacán y le sigue Jalisco en un distante segundo lugar. Con 120,000 hectáreas de cultivo de

aguacate certificadas para la exportación, Michoacán está considerado líder mundial en la producción de este fruto. Michoacán, con su bosque tropical y subtropical perennifolio, posee condiciones climáticas adecuadas para el cultivo de aguacate, con estaciones secas y lluviosas bien definidas, con suelo de profundidad entre 1 a 1.5 m., (en suelos sueltos la profundidad puede ser mayor), bien drenados (se debe evitar el exceso de humedad, que propicia un medio adecuado para el desarrollo de enfermedades) y con un pH neutro o ligeramente ácido (5,5 a 7). El principal problema de los productores de aguacate son las enfermedades fisiológicas como la asfixia radical o fungosas (*Phytophthora cinnamomi*), conocidas como marchitez o pudrición radical de la raíz, la cercospora (*Cercospora purpura cooke*), la antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides*) y los trips (*Heliothrips haemorrhoidalis*, *Bouche*, *Thysanoptera*, *Thripidae*). Estas enfermedades se presentan en cualquier fase de desarrollo de la planta y pueden disminuir los rendimientos hasta en un 70%. Para su combate se recomiendan aspersiones con fungicidas que se colocan previamente a la cosecha de los frutos para evitar la contaminación de estos por sustancias químicas.

El árbol de aguacate es una especie polimorfa que mide entre 10 y 25 m. de alto con un diámetro de tronco de 40 a 60 cm, con frutos desde 5 hasta 20 cm. El fruto es una drupa generalmente piriforme u oviforme de color verde hasta marrón, púrpura y negro. La cáscara puede ser notablemente rugosa, delgada o lisa. La pulpa insípida o ligeramente dulce; de color amarillo claro verdoso, de consistencia de mantequilla. En el fruto maduro la composición de la pulpa varía considerablemente, según los cultivares. Al final del crecimiento celular se alcanza la máxima proporción de aceite. El porcentaje de materia seca se usa como índice de madurez, el mínimo requerido de materia seca varía de 19 a 25%, dependiendo del lugar donde fue cultivado (20.8% para el "hass"). El contenido de aceite óptimo para la cosecha varía entre el 8 y el 15 % dependiendo de la variedad, la zona y el tipo de maduración. La semilla es grande, redonda, con dos hemisferios de color rosado, blanco amarillento o verde claro, con dos envolturas muy pegadas.

Existen diversas especies como la mexicana, la guatemalteca y la antillana. Los aguacates de origen mexicano toleran mejor la sequedad atmosférica, son muy resistentes al frío, pudiendo soportar temperaturas mínimas hasta de 2.2°C. Las temperaturas medias anuales de 17 y 19°C son los límites de plena aptitud térmica para el cultivo de esta especie. Las variedades mexicanas más conocidas son torres, fuerte, "reed", "pinkerton" y "hass", siendo esta última la que más se comercializa y cultiva en nuestro país. El aguacate "hass" se distingue por su cáscara verde, rugosa, gruesa y flexible que se torna a morada-negra cuando está madura, con forma ovalada, fácil de pelar y hueso de tamaño chico a mediano. La fruta promedio es de mediana a grande con rango de tamaño de los 80 a los 1220

gr. La pulpa es de textura cremosa verde pálido con un delicioso sabor. Se cosecha todo el año, principalmente de Octubre a Mayo. (SAGARPA, 2009).

El aguacate tiene múltiples aplicaciones, se usa en la construcción de canoas, y para fabricar artículos torneados. Es la fruta que más fibra dietética contiene, tiene alto contenido de potasio, es rico en vitaminas del grupo B y alto en ácido fólico. También tiene mucha glutamina, que es un antioxidante. La característica alimentaria principal de este fruto es su riqueza en grasas que llegan en algunas especies al 30%. Es muy rico en vitamina D, necesaria para regular la absorción de calcio y fósforo en el cuerpo. Equilibra si hay ingestión de productos ricos en sodio y contribuye a un buen estado del sistema nervioso. Presenta cantidades considerables de magnesio, calcio y hierro. Utilizado externamente, por su riqueza en vitaminas D y E que estimulan la formación de colágeno. Las propiedades suavizantes del aceite de aguacate, extraído de sus semillas, se aprovechan en la industria cosmética como un ingrediente habitual de muchas cremas para el cuidado de la piel y del cabello. Se utiliza también para la fabricación de jabones por su contenido de saponinas. Además de las propiedades emolientes de su aceite, hay que mencionar sus valores antiinflamatorios que pueden utilizarse para combatir los dolores articulatorios, en afecciones tan dolorosas como la artritis reumatoide o los ataques nocturnos en los gotosos. Sus hojas en infusión tienen propiedades medicinales de tipo pectoral, antihelmínticas así como contra quemaduras. Generalmente se come crudo en combinación con otras verduras, en ensaladas o simplemente como crema para untar una rebanada de pan como entrada o como una merienda saludable y energética para los más jóvenes, muy apreciado como complemento alimenticio. (Gallego, 1983).

2.2 Proceso de aguacate congelado

El proceso de aguacate congelado consta de las siguientes operaciones: recepción de materia prima, donde se evalúa si es apto o no. Una vez aceptado, es pre seleccionado para retirar la materia extraña y los aguacates fuera de especificación, posteriormente se lava y se selecciona por dureza y calibre, si no es apto para proceso se envía a las celdas de maduración. Si la dureza está dentro de especificación el aguacate ya limpio es sanitizado (desinfección del aguacate), y está listo para ingresar al área de producción. La producción comienza en la cortadora, que parte el aguacate por la mitad, después es deshuesado y despulpado manualmente y se corta de acuerdo a la presentación, las rebanadas y cuadritos se hacen manualmente o en cortadora de acuerdo al rango de tamaño y/o al grado de calidad solicitado por el cliente, después todas las presentaciones se pasan por una solución ácida.

En el caso de las mitades de aguacate, estas se empacan al vacío o se rellenan de diferentes ingredientes de acuerdo a los requerimientos del cliente y después se empacan a vacío; las rebanadas y cuadritos se empacan al vacío en la presentación correspondiente; en el caso de los purés y guacamoles la pulpa pasa a un mezclador donde el aguacate se bate solo o con los ingredientes de cada sabor, para posteriormente ser empacado al vacío. Finalmente, todos los productos se hacen pasar por alta presión. Todas las presentaciones llevan etiqueta con nombre del producto, presentación, cantidad de producto, información nutrimental, fecha de caducidad, lote de producción y toda la información requerida de acuerdo a normativas aplicables. Mantener la cadena de frío es fundamental ya que junto con el empaque al vacío y la alta presión son los principios fundamentales de la conservación del producto terminado.

Las normas de calidad generales para el mercado nacional son: producto sano, limpio, con máximo desarrollo y textura firme al tacto, pedúnculo al ras. No debe mostrar manchas, maltratos, magulladuras, cicatrices, cortaduras, huellas de ataques de insectos y enfermedades. Pulpa de coloración amarilla, mínimo de fibra, grosor no inferior a 8 mm., sin manchas negras circulares y la semilla debe estar sujeta a la pulpa.

2.2.1 Recepción de materia prima

En la industria alimenticia, principalmente en perecederos, es fundamental conocer y dar seguimiento a todas las fases por las que pasan las materias primas, desde la preparación del campo hasta la cosecha y el traslado a la planta. Las especificaciones de calidad exigidas por la procesadora deben ser conocidas por todos los productores y verificadas por la empacadora por medio de visitas y control de registros que lleven sobre las prácticas de campo. La buena comunicación entre productores y empacadora es vital para minimizar los rechazos. Los transportistas serán responsables de la higiene y estado del vehículo y del acomodo del producto para evitar contaminación cruzada y para poder identificar el lote de producto en todo momento, y así la revisión del medio de transporte, los empaques y las condiciones del producto se lleven a cabo de manera fluida.

La recepción comienza con el ingreso del camión donde se transporta la fruta a la planta, el vigilante tiene que hacer un registro de entrada con toda la información del vehículo: las condiciones generales del transporte, la limpieza y el mantenimiento, la ausencia de partes movibles o dañadas que puedan comprometer la materia prima, el aislamiento de la carga y en caso que aplique, el sello de seguridad; así como los generales del conductor, para posteriormente avisar al encargado de la recepción para que realice los trámites administrativos (ingreso del aguacate que se recibe al inventario en el sistema, con la información

de la procedencia de los productos y el lote, emisión del documento de recibido para el productor, y algunos aspectos técnicos englobados de la inspección). El recibo debe ser ágil, para evitar las esperas de la fruta en el medio de transporte bajo el sol o la lluvia, que podrían deteriorar la calidad del aguacate. El área de recibo debe estar separada del área de salida del producto terminado, esto porque el producto que se recibe puede arrastrar contaminantes que podrían llegar al producto final listo para el mercado.

Una vez concluida la parte administrativa se procederá a abrir el camión y realizar las pruebas físicas (cualitativas y cuantitativas). El inspector hará una inspección visual general, verificará el acomodo, la limpieza e integridad de las tarimas y canastillas, la cantidad recibida, el número de lote, la fecha de cosecha, la huerta, la limpieza y el estado general del aguacate, la ausencia de materia extraña de cualquier tipo, la temperatura del aguacate y si se requiere la humedad relativa. Las condiciones de conservación recomendables son entre 4 y 7°C y 80-90% de humedad relativa. Para frutos verde-maduros se utilizan temperaturas de 5-13°C (con madurez fisiológica o de cosecha) y humedad relativa de 90 a 95%, dependiendo del cultivar y de la duración de la baja temperatura. Para aguacates con madurez de consumo la temperatura óptima es de 2-4°C. Se verificará que el aguacate no presente daño por trip, antracnosis, roña, ni ningún padecimiento a la vista, en este caso es permisible máximo el 1% de incidencia de enfermedades en la muestra. Se mide la dureza o grado de madurez de los aguacates, al momento de ingresar a la planta, la dureza ideal es entre 7 y 13 Kg/cm², que nos indica que el fruto está a punto de estar en la dureza adecuada para proceso, si la fruta se recibe en una dureza mayor se corre el riesgo de que el aguacate se encuentre sobre maduro en alguna de las diferentes fases del proceso, lo cual implica complicaciones que pueden eliminarse ingresando únicamente aguacates en la madurez indicada en la especificación. En esta empacadora el calibre es despreciable, pues los aguacates chicos o grandes se procesan como guacamole.

Adicionalmente se hace un análisis químico y microbiológico para determinar los parámetros no detectables a la vista y poder garantizar la inocuidad de la fruta. Con los resultados dentro de norma se procede a recibir el lote de aguacate. El aguacate debe enfriarse tan pronto como sea posible, o mantenerse en un lugar fresco, ventilado y a la sombra. Se llenarán todos los registros correspondientes con la información obtenida. Los hallazgos y las medidas que se tomen en la recepción, así como los criterios de aceptación y rechazo deben quedar perfectamente documentados en el reporte de la recepción. El uso de fotografías para ilustrar las evidencias de la recepción, la calidad requerida, los daños que ocasionan los rechazos y cualquier eventualidad es importante para mantener altos estándares de calidad en la empacadora.

En muchas ocasiones hay más de un camión al que hay que dar entrada, cuando esta situación se presenta la prioridad la tendrá el que contenga el aguacate más maduro, los camiones que tengan que esperar deben garantizar el cuidado del producto a entregar hasta el momento en que sea recibido tomando las precauciones pertinentes, como son mantener la cadena de frío, cuidar las materias primas, insumos y material de empaque secos y libres de contaminantes y garantizar la inocuidad de los mismos.

Al recibir insumos y materiales de empaque también se realiza una inspección minuciosa, se lleva a cabo el mismo procedimiento de recepción desde la llegada a planta, la diferencia radica únicamente en las variables que se miden, en el caso de tarimas, canastillas y materiales de empaque se verifica Peso Neto, Medidas, Material de Fabricación, lote, etc., en ingredientes se verifican Peso Neto, Lote, Fecha de Caducidad, composición, si aplica, etc., pero los procedimientos son similares.

2.2.2 Lavado, selección y sanitizado de materia prima

El riesgo de contaminación microbiológica en el aguacate es menor que en otros productos, principalmente porque crecen muy por arriba del suelo, sin embargo, las plantaciones están expuestas al ambiente y a otros vectores de contaminación, como los cosechadores y personal que manipula la fruta en el campo, además la fruta entra en contacto con materiales de empaque, medios de transporte y otros, con que podría contaminarse. Por todo esto es necesario tener un programa de lavado de aguacate que garantice su inocuidad. El programa debe incluir la limpieza profunda de las áreas de lavado y selección, antes, durante y después de las jornadas de trabajo, diariamente, tantas veces como sea necesario y deberá retirarse toda la humedad y la basura generada durante la operación. Es conveniente que se haga un trasvase cuando el aguacate llegue al área para evitar la contaminación cruzada por el contacto de las cajas utilizadas en la cosecha con las utilizadas en la empacadora, además de utilizar en todo momento del lavado y selección cajas limpias y desinfectadas que cumplan con el código de colores establecido y evitar colocar el producto o las cajas directamente sobre el suelo.

Una vez concluida la recepción, los aguacates serán descargados en el área de selección y lavado, donde se llevará a cabo una pre selección para retirar la materia extraña, eliminar todos aquellos frutos pequeños, con daños físicos (trip, golpes, manchas, rozaduras, roña y otros), daños por insectos, cicatrices, malformaciones, frutos inmaduros o sobre maduros y otros daños, esta etapa complementa la selección realizada en el campo, pero no la sustituye, pues se hace con el fin de asegurar que el producto que ingresa a proceso está libre de contaminantes externos. El lavado se puede llevar a cabo manual o automáticamente. Sea cual

sea el método, el resultado será el mismo: un aguacate inocuo. La función del lavado de la fruta es remover la suciedad (residuos de tierra, agroquímicos, fungicidas y otros). El lavado es superficial. La desinfección se realiza para reducir al mínimo los patógenos y la carga microbiana que normalmente trae el aguacate desde el campo, que pueden producir enfermedades en los frutos (antracnosis y otras) y otros que incluso pueden afectar la salud de las personas.

Lavado manual

Para que este método sea efectivo es indispensable utilizar agua de buena calidad, para lo cual debe controlarse su carga microbiológica y química, misma que se verificará con análisis periódicos, tanto para el caso en que se utilice agua de tubería como de pozo u otra fuente. Debe controlarse la concentración del cloro y el pH del agua de lavado a lo largo del día y realizar cambios de agua cuantas veces se requiera según la cantidad a lavar y la suciedad del producto. Es importante tomar en cuenta las recomendaciones anteriores para evitar que las tinas de lavado y desinfección se conviertan en un foco de contaminación para la fruta fresca que se lava. Los pasos del lavado manual son:

1. Sumergir las canastillas de aguacate en tinas con agua durante 5 minutos.
2. Pasar a una tina con jabón y cepillar.
3. Pasar las canastillas por un chorro de agua hasta que estén completamente libres de jabón.
4. Sumergir los aguacates en una tina con solución sanitizante durante 15 minutos.
5. Escurrir, secar y separar los aguacates.

Después del lavado y sanitizado el aguacate se selecciona, y dependiendo del grado de maduración de la fruta, la calidad y el calibre esta se envía a proceso, a las celdas de maduración o a la bodega fría, en cualquier caso el aguacate deberá estar perfectamente identificado.

Lavado automatizado

Los aguacates se colocan en los rodillos de una banda transportadora y se lleva a cabo el lavado como sigue:

1. Se le retira la materia extraña.
2. Se lleva a cabo limpieza con agua para eliminar impurezas.
3. Los aguacates pasan por una banda de selección donde se verifica su calidad, retirando el producto que no cumpla con las especificaciones. Este se separa para su desecho.

4. Los aguacates dentro de especificación se pasan por una banda con cepillos giratorios y aspersión con detergente para una limpieza profunda.
5. Se enjuagan por aspersión.
6. Los aguacates se seleccionan por dureza y calibre de acuerdo al peso y al tamaño. Los aguacates fuera de especificación se secan y se envían a las celdas de maduración o a las bodegas frías perfectamente identificadas.
7. Los aguacates aptos para proceso se sanitizan, secan y finalmente el aguacate se abrillanta.

El aguacate quedará limpio, sanitizado, seleccionado e identificado según las especificaciones de calidad del producto a elaborar, determinadas por el cliente.

Para la operación de lavado, ya sea manual o automática, se utiliza principalmente agua clorada con una concentración de 100 a 150 ppm, utilizando hipoclorito de sodio o de calcio, o detergentes a base de cítricos, en un tratamiento por inmersión, con un tiempo de residencia de 2 a 3 minutos. La efectividad de estas soluciones depende de la concentración de cloro, la temperatura y especialmente el pH de la solución, que debe estar entre 6,0 y 7,0, niveles a los cuales se encuentra la mayor actividad del cloro como agente desinfectante. La sanitización puede realizarse con soluciones de cloro, yodo o cuaternarios de amonio.

Todas las operaciones de selección, lavado y desinfección, así como las soluciones utilizadas deberán quedar registradas en el formato correspondiente. Las frecuencias, métodos de limpieza y productos a utilizar en la sanidad de todas las áreas y utensilios deberán estar especificadas en el Programa Maestro de Limpieza y Sanitización.

La selección, lavado y desinfección, junto con la implementación de buenas prácticas agrícolas y buenas prácticas de higiene y manufactura de los trabajadores, contribuye a garantizar la inocuidad del aguacate que se procesa. Estas operaciones son muy importantes para preservar la calidad de la fruta, extender la vida útil y minimizar el riesgo de transmitir enfermedades a los consumidores.

2.2.3 Corte deshuesado y despulpe

El aguacate limpio y sanitizado pasa a la etapa inicial de la manufactura, donde primeramente se pesan las canastillas, dependiendo de la escala del proceso así debe ser la balanza que se utilice, este paso es indispensable para determinar el rendimiento real del proceso, posteriormente son sumergidas en solución sanitizante para eliminar cualquier rastro de suciedad y que el aguacate que entra a proceso sea inocuo. Una vez dentro del proceso el aguacate se corta por mitad, manual o automáticamente, de acuerdo a los recursos disponibles y a la calidad requerida. Para las mitades de aguacate es preferible el corte manual, ya que con

este las mitades son más regulares. Ya cortado el aguacate es deshuesado y despulpado manualmente, independientemente del proceso que vaya a realizarse, es importante que la técnica de despulpe sea dominada para cuidar en todo momento la calidad del aguacate, otro aspecto importante es el utensilio para el despulpe, generalmente una cuchara afilada, sin bordes ni malformaciones nos dará la mejor operación, tanto para deshuesar, con el mango, como para despulpar, con la cuchara. Para la elaboración de mitades, rebanadas y cuadritos, se requiere de aguacates maduros fisiológicamente, aun firmes, con dureza entre 5 y 7 Kg/cm², esto con el fin de facilitar el despulpe y mantener la calidad. Para el guacamole el rango de dureza es más amplio, pues pueden procesarse con dureza desde 1 hasta 6 Kg/cm².

2.2.4 Inmersión en solución acida, drenado y colocación en charola

Las mitades, rebanadas o cuadritos son inmersas en una solución ácida para retardar la oxidación natural del aguacate y adicionarles, en algunos casos, un sabor a cítricos. La solución ácida debe prepararse con agua potable, para evitar la contaminación por microorganismos como bacterias u hongos. Por cada kg de aguacate se deben utilizar 2 litros de agua, en la cual se disuelven 7 gr. de ácido ascórbico y 50 gr. de ácido cítrico, no es recomendable utilizar grandes cantidades de aguacate en un solo ciclo, ya que la manipulación se dificulta y el mismo peso de la fruta las aplasta, por lo tanto, el recipiente donde se efectúa la mezcla de las mitades y la solución, debe ser, preferiblemente, de poca profundidad. Después de la inmersión los aguacates deben ser drenados para retirar el exceso de solución ácida, esta etapa del proceso es de especial importancia, se debe procurar dejar escurrir lo mejor posible la fruta, siendo recomendable colocarla sobre un soporte tipo "parrilla" donde la solución drenada pueda caer en otro recipiente, esta solución recolectada no debe ser usada de nuevo, porque sus niveles de contaminación ya son elevados. Si la inmersión se omite o no se realiza adecuadamente las mitades congeladas tendrán un exceso de escarcha que disminuirá notablemente la calidad, o incluso generará mermas, si las mitades, rebanadas o cuadritos se pegan entre sí, ya que al separarlas perderán su morfología, y al no estar su calidad dentro de especificación pasarán a ser parte del subproducto. Otro problema que se da cuando las piezas no son drenadas adecuadamente es que al separar las piezas estas pueden quedar sin la protección de la solución ácida en la parte de la unión, provocando la oxidación de la pieza, desencadenando la oxidación de todas las que entren en contacto con ella. El tiempo de residencia del aguacate en la solución ácida debe ser alrededor de 5 a 10 minutos para esta operación, aunque puede variar dependiendo de las concentraciones y los ácidos utilizados. La solución ácida donde se sumergen las piezas debe cambiarse por una recién preparada cuando el pH sea máximo de 3. El lugar donde se efectúa el drenado debe estar aislado de

corrientes de aire o fuentes de contaminación, para evitar contaminación microbiológica o por materia extraña, y la temperatura debe controlarse por debajo de los 4°C.

2.2.5 Congelado

Las piezas de aguacate deben congelarse inmediatamente después del drenado. Existen diferentes sistemas de congelación y almacenamiento, por ejemplo, las piezas pueden ser transportadas por una banda a través de un congelador donde se congelan mientras avanzan, este proceso es muy rápido pero costoso por la compra de equipos, el consumo de insumos y servicios en que se invierte. El utilizado en este caso consiste en colocar una bolsa plástica inerte sobre una charola de acero inoxidable, donde se acomodan las piezas de aguacate de manera que no se estropeen, la bolsa se cierra con un doblez y se introduce a la bodega de congelación, donde se coloca en un anaquel como el mostrado en la Figura 9, hasta la congelación, según el tipo de empaque escogido, el apilado del producto debe ser cuidadoso, a fin de no deformar las mitades, lo cual va en gran detrimento de la presentación final. Las charolas deben distribuirse, en orden, en todos los anaqueles, ya que todos tengan una ronda de charolas se comenzará de nuevo en el primero donde fueron colocadas charolas y se seguirá el mismo orden para mantener la misma temperatura en toda la bodega. Las charolas deben estar separadas entre sí para favorecer la distribución del frío. La temperatura de la bodega debe estar entre los -22 y los -40°C, entre más fría, más rápida la congelación. Las puertas de las bodegas deberán estar siempre cerradas para no perder temperatura con el ambiente.

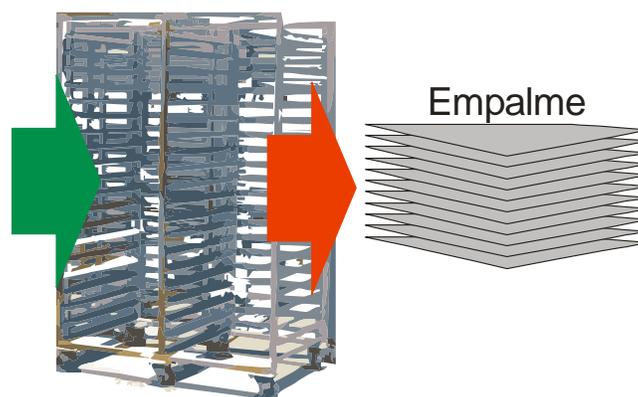


Figura 9. Anaquel para congelación de aguacate en charolas.

2.2.6 Envasado al vacío, empaque y embarque

El proceso de empaque comienza cuando todo el lote de producción está congelado. Las piezas de aguacate congeladas se llevan a un descarchador para separarlas y quitar los residuos de solución ácida congelada. Posteriormente se colocan en el empaque para pesarlas y adecuar las porciones. Según el mercado destino y las especificaciones del producto se debe decidir el tipo de empaque de las mitades, rebanadas o cuadritos, pueden ser bandejas plásticas, recubiertas con película plástica o bolsas para empacado al vacío, las bandejas se recomiendan si el consumo de la fruta se va a efectuar antes de 30 días, si el centro de consumo se encuentra a corta distancia, y/o si las mitades van rellenas y requieren de menos movimiento dentro del empaque. La bolsa al vacío permite extender el uso del producto hasta 70 días más y se usa para empaque a granel. Adicionalmente las bolsas irán en cajas, individuales o en mayores cantidades, dependiendo de la presentación. (COMOSA, 2008).

El almacenaje debe ser en bodegas a menos de -18°C. Las tarimas deben estar limpias y secas, ser plásticas, irrompibles y deben disponerse en la bodega ordenadas, con separación de 40 cm. entre ellas y de la pared, sobre la tarima se colocará una hoja de cartón para evitar el contacto directo de la tarima y las cajas. Las cajas van acomodadas en la tarima siguiendo las especificaciones del cliente y del producto. Cajas y tarimas deben estar debidamente identificadas para cumplir con el sistema PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas).

El embarque se realiza en contenedores inocuos y adecuados a las tarimas en que fueron colocadas las cajas, deben contar con sistema de refrigeración para mantener la cadena de frío y cumplir con normativas internas y de transportes pesados, además de la documentación del traslado, los números de sello deben coincidir con la documentación del embarque. El acomodo debe garantizar la seguridad del producto embarcado. En ningún momento del almacenaje o distribución, debe aumentar la temperatura por arriba de los 18°C para poder alcanzar el tiempo de conservación marcado en la caducidad, que es superior a 84 días.

2.3 Buenas prácticas de Manufactura

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un conjunto de métodos y procedimientos que se implementan en las plantas procesadoras para contribuir a minimizar riesgos de contaminación de productos frescos durante su preparación para el mercado. Incluyen aspectos relacionados con la infraestructura y sus alrededores, equipos, operaciones sanitarias dentro y fuera de la planta, control de

la materia prima y operaciones de empaque, control de plagas, higiene del personal, registros y otros.

La planta procesadora tiene que mantenerse limpia para eliminar toda fuente de contaminación. Todas las superficies que vayan a estar en contacto con el aguacate deben mantenerse limpias, secas y desinfectadas, si necesitan mojarse para limpiarlas y desinfectarlas, es necesario secarlas antes de usarlas. Las superficies y equipos que no entran en contacto con los alimentos también tienen que limpiarse periódicamente según se establezca en los procedimientos.

Es necesario establecer un Programa Maestro de Limpieza y Sanitización de la planta, implementar POES (Procedimientos Operacionales Estándares de Saneamiento) y registrar todas las actividades de limpieza que se hagan (hora, labor, quien la hizo, etc.), deben incluirse todas las superficies que puedan estar en contacto con la fruta, utensilios y equipos de planta (balanzas, mesas, cajas, etc.). En el Programa se incluye la descripción de la actividad, los procedimientos, la frecuencia en que deben hacerse y los utensilios, equipos e insumos que van a usarse.

Todos los equipos, empaques y utensilios que entran en contacto directo con el aguacate deben limpiarse y desinfectarse con frecuencia. Es importante remover cualquier signo de corrosión, vigilar que no existan fugas de aceite y realizar todo el mantenimiento necesario. Las mesas, balanzas y otros equipos deben someterse a un programa de mantenimiento e incluirse en el Programa Maestro de Limpieza y Desinfección para minimizar los riesgos de contaminación. Además, las grasas, aceites, lubricantes y cualquier sustancia necesaria para el mantenimiento deben ser grado alimenticio para disminuir riesgos de contaminación.

La limpieza incluye el uso de métodos físicos como el fregado y métodos químicos como el uso de detergentes, ácidos o álcalis para eliminar la suciedad, polvo y otros residuos sobre los equipos y otras superficies. Todos los equipos, utensilios y superficies que entran en contacto con la fruta durante la producción deben limpiarse, así como las instalaciones, un buen agente limpiador debe disolverse rápidamente en agua, no ser corrosivo sobre las superficies metálicas, tener una buena acción humectante, buenas propiedades de dispersión y enjuagado, acción germicida, bajo costo y no ser tóxico ni residual.

Para las superficies de acero inoxidable se recomienda el uso de limpiadores alcalinos o ácidos no abrasivos, para otros metales (cobre, aluminio, superficies galvanizadas), sustancias moderadamente alcalinas con inhibidores de corrosión, para la madera detergentes tenso activos y para los suelos de concreto limpiadores alcalinos.

Los detergentes y desinfectantes usados para la limpieza y desinfección tienen que ser permitidos para alimentos. Es necesario identificarlos y almacenarlos bajo llave, separados de la materia prima, insumos, empaques y producto terminado para que no contaminen los alimentos. El proceso de desinfección debe ser eficaz para destruir o reducir sustancialmente la cantidad de microorganismos no deseados de las superficies, sin afectar la calidad del producto ni la seguridad para el consumidor.

Los desinfectantes más usados son el cloro (hipoclorito de sodio o de calcio), yodo y el amonio cuaternario. Cuando se usa cloro, se debe controlar la temperatura, el pH y realizar cambios frecuentes del agua de lavado. Los compuestos de yodo se usan para desinfectar equipos y superficies. Las soluciones de amonio cuaternario son más estables a temperatura ambiente, son solubles en agua, no son corrosivos como el cloro ni irritan la piel. Es importante seguir las recomendaciones de uso de los agentes desinfectantes y no abusar con cantidades excesivas que puedan perjudicar la salud de los operarios o contaminar el producto. Como medida adicional debe establecerse rotación de químicos.

Los hábitos de higiene en personal requieren la supervisión constante del personal que labora en la planta, porque ellos pueden actuar como fuente de contaminación de la fruta. Las manos se deben lavar en forma constante, de acuerdo a un procedimiento de lavado de manos que garantice su efectividad, especialmente después de toser, estornudar, usar el baño, fumar, periodos de descanso, manipular contenedores sucios, usar el teléfono, etc. Las uñas deben mantenerse limpias y cortas. No se debe permitir que personas con alguna enfermedad infecciosa, contagiosa o con heridas abiertas manipule los alimentos. Los uniformes/batas deben mantenerse limpios y ordenadas. Los equipos de trabajo no deben utilizarse fuera del área de proceso ni de la planta, y no deben entrar en contacto con la ropa de calle, el cabello debe estar recogido. Hay otras medidas en cuanto a higiene personal se refiere de acuerdo a las necesidades del proceso.

2.4 Calidad y normativa aplicables para el proceso de mitades de aguacate.

En general el término calidad se puede definir como el conjunto de cualidades de un producto que ofrece al consumidor entera satisfacción por el precio que está dispuesto a pagar. La percepción de la calidad depende entonces de los gustos y preferencias de los consumidores y varía para los diferentes actores de la cadena de comercialización, que actúan como clientes intermedios, por lo que las características que el producto debe cumplir puede variar significativamente para un mismo producto; aunque todos los que intervienen en el proceso deben tener en consideración las demandas del consumidor final. (Badri y Davis, 1995).

Para el productor: La percepción de la calidad para un agricultor incluye aspectos en campo como rendimiento, resistencia a las enfermedades, tiempo entre la siembra y la cosecha, insumos agrícolas que debe emplear, precios del mercado y los atributos del producto que exige su cliente (forma, tamaño, apariencia y otros). Requiere colocar sus productos con buenos precios en una época de cosecha específica.

Para el intermediario y el transportista: Para estos integrantes de la cadena de comercialización, la calidad involucra las características de apariencia que le piden sus compradores; además, el producto debe ser resistente, y mantener sus atributos durante el transporte, de modo que las pérdidas por daños sean mínimas desde que compran el producto hasta que lo venden.

Para el vendedor a detalle: Este eslabón de la cadena es el que se acerca más al consumidor final; a él le corresponde exhibir y vender el producto. Desde su punto de vista, el producto debe tener una excelente apariencia, estar firme y con buenos atributos de calidad internos (sabor, textura, grado de madurez adecuado) de manera que el consumidor lo compre y se cree fidelidad. Además requiere que mantenga su calidad durante los días en exhibición y unos cuantos más, de manera que las pérdidas en los puntos de venta sean mínimos y la satisfacción del cliente sea máxima. Para este extremo de la cadena de comercialización es importante mantener una calidad consistente y uniforme a través del tiempo y que el abastecimiento sea regular, de manera que siempre puedan ofrecer a sus clientes productos similares a lo largo del año.

Para el consumidor: Un aguacate de buena calidad, puede ser un aguacate firme (o con firmeza de consumo), fresco, sin golpes, y sin daños por enfermedades o insectos. El precio de los productos es un factor importante en la percepción de la calidad a lo largo de la cadena de comercialización, depende de muchos factores como oferta y demanda, condiciones climáticas, atributos de calidad, entre otros.

Algunos mercados buscan minimizar los precios aunque deban sacrificar algunos atributos de calidad, mientras que otros mercados son muy exigentes con las características del producto así como la seguridad que ellos ofrecen a través de programas de buenas prácticas agrícolas y de manufactura, que minimicen el riesgo de contaminación de los productos y de transmitir enfermedades a los consumidores, por lo cual se generaron procedimientos y normativas a nivel nacional para el manejo, transformación y comercialización del aguacate. (York, 1994).

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) y las Normas Mexicanas (NMXs) son las que aplican para el producto de aguacate. Derivado de la apertura comercial y

los tratados de libre comercio, el gobierno y las empresas que deseaban exportar aguacate crearon la NOM, de información comercial y etiquetado para productos agrícolas como el aguacate, que se plasmó en los envases. Fue el 14 de septiembre de 1998 cuando entró en vigor la NOM-128-SCFI-1998 de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SFCI). Posteriormente se elaboró la NMX-FF-016-2002 para productos frescos no industrializados para uso humano, (fruta fresca como aguacate). Se elaboró con el objetivo de establecer las especificaciones de calidad que debe cumplir el aguacate en su variedad Hass. Participaron diversos organismos, dependencias e instituciones en su elaboración. Con el objetivo de eliminar plagas en la producción de aguacate se creó la NOM-066-FITO-2002, que tiene por objetivo el manejo fitosanitario y movilización del fruto.

2.5 Análisis de procesos y sistemas de mejora continua

El análisis de procesos es una metodología que respalda el análisis de un negocio con el objetivo de entender sus procesos y mejorar la eficacia y efectividad de sus operaciones. Describe los procesos que involucra, los participantes, el intercambio de información y las normas que regulan este intercambio. Las herramientas de mejora continua están pensadas para buscar puntos débiles a los procesos, productos y servicios actuales. Del mismo modo, algunas de ellas se centran en señalar cuáles son las áreas de mejora más prioritarias o que más beneficios pueden aportar a nuestro trabajo, de forma que podamos ahorrar tiempo y realizar cambios sólo en las áreas más críticas. (Tummala y Tang, 1996).

En todo proceso podemos distinguir entre procesos clave y procesos críticos. En general, los procesos clave atienden a la definición expuesta anteriormente. Están principalmente orientados hacia la satisfacción del cliente y en ellos se emplean una gran cantidad de los recursos disponibles por la empresa. Por otro lado, un proceso es crítico cuando en gran medida la consecución de los objetivos y los niveles de calidad de la empresa dependen de su desarrollo (Dale, 1994). Estamos de acuerdo que los procesos están compuestos de fases o actividades y pueden llegar a ser muy complejos ya que incluyen tiempos y secuencias de actividades. Vamos a trabajar entonces a nivel de actividad para poder desarrollar la herramienta buscada, se ha observado que hay los siguientes tipos de actividades:

1. Actividades Operativas. Estas son las que generan o dan el valor a los productos o servicios que vendemos. Por lo general, las Actividades Operativas en una empresa, están directamente relacionados con el producto o satisfactor que la empresa produce y normalmente son realizados por el personal operativo.

2. Actividades de Síntesis y Administrativas. En general son aquellas que reportan, reúnen, clasifican, ordenan o sintetizan información. Por ejemplo, el proceso de elaboración de los estados financieros es una actividad Sintética – Administrativa de la empresa, o la elaboración del reporte de producción o de ventas son otros de este mismo tipo.
3. Actividades de Razonamiento y Análisis. Estas actividades rara vez se documentan cuando se hace un Mapa de Procesos o se elaboran manuales organizacionales. Estos procesos los he caracterizado como aquellos que generan más o diferente información que la que reciben y forman la base o requisito para tomar decisiones. Muchas veces estas actividades utilizan dos o más actividades Sintético – Administrativas como insumos o usan información externa y la experiencia de quien analiza, por lo cual es muy difícil estandarizarlos.
4. Actividades de Gestión y Toma de Decisiones. Estas son las actividades que modifican a otras actividades, a los procesos o incluso modifican a la organización. Estas actividades tampoco se documentan en toda su extensión y dependen mucho de la visión y el criterio de quien toma la decisión, pero se supone que pretenden mejorar la situación actual de la empresa hacia escenarios más competitivos. Hasta estas 4 actividades podríamos decir que la organización puede “operar” y mantener su posición o utilidades.
5. Actividades de Mejora o Crecimiento. Estas actividades pueden ser del mismo tipo que las cuatro anteriores, pero cambian en su objetivo. Estas actividades se caracterizan por intentar aumentar el volumen o la rentabilidad de las operaciones de la empresa o intentar ser más eficientes. Por ejemplo, los procesos de localización de nuevos prospectos, promoción, publicidad, etc. se pueden catalogar dentro de estas. Pueden requerir hacer análisis, reunir información, o implicar una toma de decisiones, pero su intención es la del crecimiento de la empresa.

Cualquiera de estas actividades, participan en los procesos del tipo que sean, incluso “Críticos” o “Estratégicos” dependiendo de su importancia y enfoque, así como de su momento de realización.

2.5.1 Análisis FODA

El análisis FODA es una herramienta de planificación estratégica, diseñada para realizar un análisis interno y presente (Fortalezas y Debilidades), y uno externo y a futuro (Oportunidades y Amenazas) de la empresa. (Atkinson, 1990). La estructura de un análisis FODA se resume en la Tabla 2. El FODA es de mucha utilidad en la planificación y administración de un proceso, con este estudio se conocerá la situación real en la que se encuentra la empresa y se llegará a un plan de acción, habiendo identificado áreas de oportunidad, logrando planificar estrategias a futuro.

Fortalezas: Atributos o destrezas que una industria o empresa contiene para alcanzar los objetivos.

Debilidades: Lo que es perjudicial, factores desfavorables para la ejecución del objetivo.

Oportunidades: Las condiciones externas, lo que está a la vista por todos o la popularidad y competitividad que tenga la industria u organización útiles para alcanzar el objetivo

Amenazas: Lo perjudicial, lo que amenaza la supervivencia de la industria o empresa que se encuentran externamente, las cuales, pudieran convertirse en oportunidades, para alcanzar el objetivo.

Al identificar y evaluar los resultados FODA, se comenzará a desarrollar las estrategias necesarias sea en corto o largo plazo.

Tabla 2. Estructura de la metodología FODA

FODA	Positivas	Negativas
Interior	Fortalezas	Debilidades
Exterior	Oportunidades	Amenazas

2.5.2 Las 5 S

El método de las 5 S (Dale-Cooper, 1992), también denominado de las 5 C o "mantenimiento de la casa", es un modelo sencillo muy indicado para el inicio de la implantación de los programas de calidad. Es un proceso fácil para poner orden dentro de la empresa. El nombre de las 5 S viene de las iniciales de sus 5 etapas de desarrollo en japonés. El objetivo de esta metodología es crear hábitos de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo (Martins, 1994); mejorando así

las condiciones de trabajo y de seguridad, el clima laboral, la motivación y la eficiencia. Esto disminuye el costo e incrementa la productividad y la competitividad de la empresa.

La primera etapa se denomina “Seiri”, y consiste en clasificar todos los objetos, herramientas, productos, suministros, bancos de trabajo, etc., en dos grandes grupos: los que son necesarios y los que no lo son, y éstos últimos eliminarlos. Se suelen eliminar todos los que no se van a utilizar en un mes. Los objetos que normalmente no se utilizan, pero pueden alguna vez, se guardarán en otro lugar clasificándolos para su control. De esta forma se puede encontrar un gran número de costos de objetos, productos, etc., que no son útiles y están ocupando sitio y perjudicando el ambiente de trabajo. También se pueden detectar productos prematuramente fabricados, inventarios de productos excesivos que puede que no se lleguen a utilizar en años, etc. poniendo de manifiesto importantes costos de calidad que se verán reducidos al poner en práctica esta metodología.

La segunda etapa se denomina “Seiton”. Una vez realizada la clasificación anterior, todo lo innecesario se debe retirar, dejando sólo un número mínimo de lo necesario. Este grupo se clasifica y dispone de forma que minimice el tiempo de búsqueda y el esfuerzo, de esta forma se incrementará la productividad y se reducirán los costos.

La tercera etapa es el “Seiso” que consiste en limpiar todo el entorno de trabajo, máquinas, herramientas, pisos, paredes, etc. Al limpiar una máquina se pueden encontrar y descubrir muchos defectos de funcionamiento. Así, con un costo de prevención, como podíamos catalogar el “Seiso”, se pueden eliminar muchos costos de fallos.

La cuarta etapa es el “Seiketsu”. Se trata de mantener la limpieza por medio de uso de ropa de trabajo adecuada, lentes, guantes, zapatos de seguridad, etc.

La quinta etapa es el “Shitsuke”. Consiste en realizar el trabajo conforme a normas establecidas, manteniendo la autodisciplina y el hábito de practicar las 5 S.

Esta metodología se aconseja a todas las empresas ya que con poca inversión los resultados que se obtienen son muy importantes y sirve como punto de referencia para ver el potencial de mejoras y de ahorros de costos que se pueden obtener con la implantación de los sistemas de calidad.

2.5.3 Mantenimiento productivo total, (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Management) (TPM), no es más que el mantenimiento productivo normal pero desarrollado por todos los empleados a través de pequeños grupos de mejora. Es un sistema basado en una metodología que abarca todas las funciones que se desarrollan en la empresa. (Codina y Barba, 2000). Las siglas TPM se definieron en 1971 por el Instituto Japonés de Ingenieros de Planta.

El TPM incluye los siguientes objetivos:

1. Maximizar la efectividad del equipo.
2. Desarrollar un sistema de mantenimiento preventivo durante la vida útil del equipo.
3. Involucrar a todo el personal relacionado con el equipo en la planificación de su mantenimiento.
4. Implicar a todos los trabajadores de forma activa en las labores de mantenimiento.
5. Promover el TPM mediante el liderazgo.
6. Aplicar los sistemas de gestión en todos los aspectos: producción, diseño, desarrollo, ventas y dirección.

El TPM tiene dos objetivos principales: cero averías y cero defectos. Cuando las averías o los defectos son eliminados, los ratios de utilización de los equipos aumentan, los costos se reducen, el inventario puede ser minimizado y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta. Todas estas mejoras requieren su tiempo, habitualmente el plazo de implantación de un sistema TPM en la empresa va de los 3 a los 5 años, pero las primeras mejoras son más rápidas y a largo plazo reduce significativamente los costos de calidad.

El TPM maximiza la efectividad del equipo de dos formas:

- Cuantitativa. Aumentando la disponibilidad del equipo.
- Cualitativa. Reduciendo el número de defectos

El objetivo del TPM es aumentar la efectividad del equipo de modo que cada equipo pueda ser operado a su máximo potencial de forma continua (Cuatrecasas, 2001). Esta metodología sería el paso siguiente a la implementación de las 5 S, ya que se pueden considerar como complementarias. Es una metodología que precisa muy poca inversión para llevarla a cabo y los ahorros de costos que puede conseguir son muy importantes.

2.5.4 Circulo de Deming

El Ciclo PHVA es el sistema más usado para implantar un sistema de mejora continua. Tiene estrecha relación con las normas ISO, concretamente con la ISO 9001 “Requisitos de los Sistemas de Gestión de la Calidad”, donde aparece mencionado como un principio fundamental para la mejora continua de la calidad. El nombre del Ciclo PHVA viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, (en inglés Ciclo PDCA Plan, Do, Check, Act). También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo de Deming, por ser Edwards Deming su precursor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo, de forma que las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para ser usada en empresas y organizaciones.

Las cuatro etapas que componen el ciclo son las siguientes:

1. Planificar (Plan): Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando, etc.

2. Hacer (Do): Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.

3. Controlar o Verificar (Check): Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.

4. Actuar (Act): Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma definitiva, y si no lo son habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar. Hay varias formas de aplicar los principios de “Planificar, Hacer, Controlar y Actuar”. (Deming, 1989).

2.5.5 AMFE

El Análisis modal de fallos y errores críticos (AMFE), es una metodología de trabajo en grupo para evaluar un sistema, un diseño, un proceso o un servicio en cuanto a las formas en las que ocurren los fallos. Además es una excelente herramienta que fomenta la creatividad (Cotec, 1999). Para cada fallo, se hace una estimación de su efecto sobre todo el sistema y su seriedad. Además, se hace una revisión de las medidas planificadas con el fin de minimizar la probabilidad de fallo, o minimizar su repercusión. Puede ser muy técnico (cuantitativo) o no (cualitativo). Se utiliza tres factores principales para la identificación de un determinado fallo. (Pola, 1981).

- Ocurrencia. Frecuencia con la que aparece el fallo.
- Severidad. La seriedad del fallo producido.
- Detectabilidad. Si es fácil o difícil detectar el fallo.

La necesidad de los directivos e ingenieros de minimizar el riesgo de un diseño o proceso les ha forzado a desarrollar toda una nueva ciencia: la fiabilidad. Dado que se trata de una disciplina con elevado contenido matemático, es difícil de utilizar por los no iniciados. El AMFE permite realizar aportaciones a la fiabilidad y seguridad de un diseño o proceso a todo el mundo.

Los beneficios de aplicar el AMFE son:

- Mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad de nuestros productos.
- Mejorar la imagen de la empresa.
- Aumentar la satisfacción de nuestros clientes.
- Ayudar a seleccionar el diseño óptimo.
- Establecer prioridades a la hora de la mejora.

2.5.6 Prueba de errores (Poka – Yoke)

A prueba de errores (Poka-Yoke) es un sistema desarrollado por Shingo (1981), en 1961 cuando trabajaba en Toyota, consiste en incorporar protecciones tecnológicas en un proceso para reducir los errores humanos inadvertidos. En la metodología a prueba de errores, la detección de un error acciona una alarma (luz intermitente, zumbido de sirena, etc.) o provoca una acción de prevención (paro automático) o ambas acciones a la vez.

El método consiste en: (Shingo, 1992)

1. Interrumpir el proceso siempre que se produzca cualquier error.
2. Determinar la causa del error.
3. Tomar acciones para evitar que se vuelva a producir.

La razón de estas afirmaciones es que el costo de reparar un error se propaga exponencialmente conforme nos alejamos del punto donde se produjo el defecto. Si podemos detectar los errores lo más cerca posible del punto donde se producen, es mejor. La clave está en encontrar una forma sencilla de inspeccionar los productos antes de que pase a etapas posteriores de montaje, o mejor aún, un dispositivo que impida que se produzcan errores. Para lo cual, la empresa debe de tener una estrategia de calidad de cero defectos. Para ello, no debe de fabricar productos que no se necesitan. Cuantos más productos se fabriquen más posibilidades de error tendremos. Por tanto, aplicar el principio de Justo a Tiempo (JIT) en: hacer lo necesario, en el momento necesario y en las cantidades necesarias.

Es importante introducir salvaguardas que eviten la aparición de errores, o bien, hacer nuestro producto inalterable a las condiciones externas. Instalar un sistema de producción de flujo continuo, que permita usar las piezas conforme se fabrican. Esta metodología es un ejemplo claro de los costos de prevención, ya que lo que se consigue son dos resultados muy importantes: en primer lugar que los posibles errores se detecten en el momento en que se producen no ocasionando más costos de los estrictamente imprescindibles, y en segundo lugar que se tome conciencia por parte de todo del personal de los errores concientizándolos de lo que significa y consiguiendo que se reduzcan significativamente los errores.

2.5.7 Empoderamiento

El empoderamiento es una forma de administrar la empresa que integra todos los recursos: capital, producción, ventas, mercadotecnia, tecnología, equipo y personal, haciendo uso de comunicación efectiva y eficiente para lograr así los objetivos de la organización. Consiste en que la toma de decisiones se ha bajado a los niveles más bajos de la corporación. Los empleados son responsables de sus propias acciones, y el liderazgo viene de los equipos de trabajo y ya no sólo de una persona (Dotchin-Oakland, 1992). Se debe reestructurar la organización. Requiere un cambio en la cultura de la empresa y de una preparación profunda de todas las personas involucradas en la organización. Los miembros, equipos de trabajo y la organización tendrán completo acceso y uso de información crítica, poseerán la tecnología, habilidades, responsabilidad y autoridad para utilizar la información y llevar a cabo el negocio de la organización. No sólo es delegar poder y autoridad a los subordinados y conferirles el sentimiento de que son dueños de su propio trabajo; es, además, una herramienta utilizada tanto en la calidad total, como en

reingeniería, que provee de elementos para fortalecer los procesos que llevan a las empresas a su adecuado desarrollo. Busca dar poder al personal de la organización vía formación.

Esta metodología estratégica da sentido al trabajo en equipo y permite que la calidad total deje de ser una filosofía motivacional y se convierta en un sistema radicalmente funcional. Gracias a esta metodología se reemplaza la vieja jerarquía por equipos auto-dirigidos, en donde la información se comparte con todos. Los empleados tienen la oportunidad y la responsabilidad de dar lo mejor de sí. Para ello, hace falta un entendimiento en todos los niveles sobre el significado de Empoderamiento y cómo obtenerlo. Es un sistema de valores y creencias, no un programa con principio y fin. Todos los niveles de la empresa deben entender la forma en que este reparto de poder y responsabilidad puede satisfacer todas las necesidades propias y empresariales, y las acciones necesarias para obtenerlas. Esto exige la disposición y compromiso de la alta dirección hacia esta cultura de desarrollo humano. (Cunningan e Iman, 1999).

Los sistemas de comunicación deben ser efectivos. El personal debe estar enterado de lo que sucede en la empresa: planes, fracasos y éxitos. Los sistemas de recompensa y reconocimiento que desarrollan orgullo y autoestima son de suma importancia. (Mathieu y Zajac, 1990). Los programas de reconocimiento, tanto psicológico como concreto pueden aumentar estos sentimientos y estos sistemas deben estar más orientados hacia los equipos, en su reconocimiento del desempeño del trabajo y sus logros específicos.

2.5.8 Cuadro de Mando Integral

El cuadro de mando integral, es un conjunto de indicadores (históricos) e inductores de actuación (previsionales), derivados de la misión y estrategia concreta de la organización a mediano y largo plazo. También contiene indicadores e inductores de la actuación financiera futura, de los clientes, de los procesos internos de la organización y de las perspectivas de aprendizaje y crecimiento.

El objetivo es traducir la misión y estrategia a mediano y largo plazo, en un sistema de indicadores e inductores de actuación para cada perspectiva, que combinados con los objetivos permita:

- Clarificar la estrategia y conseguir un consenso sobre ella.
- Comunicar la estrategia a toda la organización.
- Alinear los objetivos personales y departamentales con la estrategia.
- Vincular los objetivos estratégicos con objetivos a mediano y largo plazo.

- Identificar los indicadores clave para cada objetivo y sus inductores de actuación.
- Identificar y alinear las iniciativas estratégicas.
- Realizar revisiones periódicas y sistemáticas de la estrategia.
- Obtener retroalimentación con el objetivo de aprender sobre nuestra estrategia.

El Cuadro de mando integral puede ayudar a obtener la información sobre los costos de calidad, no sólo desde la perspectiva financiera, sino desde las cuatro en las que hace hincapié. Es, pues, un mecanismo para implantar una estrategia fundamentada en un sistema de calidad total y así, mediante la información que nos suministra, asegurar su buena marcha, e identificar y realizar las correcciones sobre ella, para conseguir los objetivos que persigue; por lo que proporciona un sistema de gestión estratégica a largo plazo. El Cuadro de Mando Integral, una vez comunicada la estrategia del sistema de calidad a la organización, ayudará a que todos los empleados se comprometan a llevarla a cabo por medio de acciones concretas, suministrando información mediante indicadores y proponiendo medidas a tomar mediante los inductores de las cuatro grandes áreas de actuación. (Mallo, Kaplan, Meljem y Giménez, 2000).

2.6 Sistema de Mejora Continua “KAIZEN”

El “KAIZEN” es una metodología de origen Japonés, que significa mejora continua (Kai = cambio y Zen = bueno). El método “Kaizen” propone mejoras continuas con poca inversión (Juran, 1996). Está relacionado al Ciclo de Deming. También se le denomina “Kaizen Gemba”, ya que dichas mejoras son en el lugar de trabajo, que es lo que significa “Gemba” en japonés (Imai, 1986). Se refiere a pequeñas mejoras en forma continua en el tiempo, como consecuencia de la evaluación en el mismo lugar de trabajo por el trabajador responsable. Tiene una gran connotación directamente relacionada con las personas como seres humanos. (Ishicawa, 1996). Se trata de calidad de gente, de las personas que mejoran cada día. El concepto básico es de pequeñas mejoras permanentes, que apuntan hacia la excelencia. El logro del día es el éxito del mes. De este modo, la calidad de las cosas es una consecuencia directa y natural de la calidad de las personas.

El Kaizen es la clave de la ventaja competitiva de los japoneses, por cuanto se fundamenta en la gente; es decir, en los recursos humanos de las organizaciones, que no sólo participan sino que se involucran en los procesos de mejora, y hay resultados positivos por las mejoras generadas por los cambios actitudinales de las

personas. El Kaizen parte de una premisa básica: "la existencia de problemas". Cuando esta verdad se acepta tan naturalmente que se convierte en humildad, llega a establecerse una cultura organizacional en la que todos se involucran, no sólo en la búsqueda o detección de los problemas, sino que van más allá, realizando actividades y tareas para la solución de los mismos. (Imai, 1986).

Se trata de una metodología o sistema de gestión orientado a la mejora continua de procesos. Se basa en un enfoque caracterizado por los siguientes rasgos distintivos:

- Mejora en pequeños pasos.
- Mejora sin grandes inversiones.
- Mejora con la participación de todos los miembros de la organización.
- Mejorar actuando, implantando rápidamente las mejoras.

El Método "Kaizen" es lo opuesto a la conformidad, su principal objetivo es erradicar todos aquellos desperdicios, despilfarros o ineficiencias que se puedan dar en los sistemas productivos, y que se pueden incluir en alguno de los grupos de categorías siguientes:

- Excesos de producción.
- Defectos.
- Inventarios.
- Transportes.
- Demoras.
- Procesos innecesarios.

Su filosofía es que no debe pasar un solo día sin que se haya hecho alguna clase de mejora. Un reto continuo para la mejora de los estándares. Este sistema de gestión puede ser aplicable no sólo a nivel empresarial o de negocios, sino también a nivel personal o social. En el caso empresarial o de negocios, el Método Kaizen se caracteriza, también, por utilizar una filosofía de involucración global de toda la empresa, incluyendo, por tanto, a todos sus miembros; así como a todas las fases del proceso productivo, siempre desde un enfoque básico, sin pretender grandes cambios, sino de forma gradual, ordenada y paulatina, pero que al aplicarse e implicar a todos los miembros de una organización y a todas las fases de un proceso productivo, desemboca en un incremento global de la productividad. Son pequeños cambios que, de forma progresiva, se irán asentando en los procesos, mejorándolos, y llegando a alcanzar grandes objetivos. La práctica ha puesto de relieve que la aplicación del Kaizen aporta una serie de valiosos beneficios para las organizaciones. Entre otros:

- Incrementos considerables en los niveles de productividad.
- Reducción de costos.
- Mejoras en los estándares de calidad.
- Mejora en el servicio al cliente.
- Reducción del tiempo de ejecución de procesos.
- Bajos niveles de inventarios de insumos.

2.6.1 Implementación de la metodología “KAIZEN”

Como habíamos señalado, el Método “Kaizen” se basa en la idea de involucrar a todos los miembros de una organización. Por ello, un aspecto fundamental es que éstos deben ser capaces de identificar, de forma sistemática, todos aquellos elementos de los procesos que no aportan ningún valor añadido. Son desperdicios, y pueden asociarse en función de las diversas fuentes donde se originan:

- Ejecución.
- Materias primas e insumos.
- Técnica utilizada.
- Método.
- Tiempo.
- Instalaciones.
- Inventarios.
- Tiempos muertos.

Toda empresa que quiera ser competitiva, generando un mayor valor añadido, debe implementar algún proceso de mejora continua. De entre todos los existentes, el Método “Kaizen” es uno que se muestra más armónico y sistemático, pues en su desarrollo y aplicación se combinan conocimientos y técnicas relacionados con la dirección, administración de operaciones, calidad, costos, organización, innovación, logística, mantenimiento, productividad, trabajo en equipo, etc.

Capítulo 3

3 DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGÍA)

Las condiciones antecedentes del proceso, explicadas anteriormente, fueron detonantes para llevar a cabo un análisis del proceso de trabajo ejecutado en la empresa. La existencia de cuellos de botella, reprocesos, exceso de personal, etcétera, llevó a determinar la necesidad de un cambio en los procesos mediante reingeniería. Por tal motivo se desarrolló la implementación de nuevos métodos y mejores prácticas operativas en el proceso.

Los apoyos visuales, modelos de esquemas e instrumentación son utilizados para facilitar la operación (cronómetros con alarma en el área de sanitizado, concentraciones de los sanitizantes, letreros sobre cómo portar el uniforme, letreros de procedimiento de lavado de manos, etcétera), son sencillos de interpretar y forman parte del sistema integral de operación de un proceso. Bien elaborados, su utilidad puede ser tal que gracias a ellos puedan resolverse situaciones de conflicto o decisión que se presenten durante el proceso, pueden consultarse hojas de operación, manuales, procedimientos, fichas técnicas entre otros, y dando seguimiento al esquema mostrado se puede llegar a la resolución inmediata fundamentada en preceptos establecidos por las áreas funcionales de la empresa, con la anuencia de que en caso de cumplir con la hoja de operación el resultado cumplirá con los requisitos cabalmente. Sin embargo, no todas las situaciones que se presentan en la operación pueden resolverse de esta forma práctica, además de que, para poder llegar a este punto, es necesario que los procesos se actualicen y mejoren continuamente, desde el mapeo del proceso hasta la implementación y seguimiento de las actualizaciones, para que tanto los procedimientos diarios como el manejo de las eventualidades puedan estar documentadas.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se generó una estrategia, dividida en cuatro fases, la primera consistió en la evaluación del proceso de producción de mitades de aguacate mediante un análisis FODA, hasta la conformación de la matriz, tomando las debilidades como áreas de oportunidad de nuestro proceso. Una vez identificadas las áreas de oportunidad desarrollamos las metodologías “Kaizen” y Lluvia de ideas para determinar las causas raíz que afectan directamente y de manera significativa la productividad del proceso, para después enfocarnos en la estrategia para la implementación de la mejora continua con la metodología planteada en el Círculo de Deming, también conocido como ciclo PHVA, para disminuir las debilidades y aumentar la productividad, finalmente

efectuamos un análisis estadístico para la evaluación de los resultados. La estrategia completa se muestra a continuación en la Figura 10:



Figura 10. Estructura de la estrategia metodológica.

3.1 Análisis Metodológico del Proceso de Producción (Mitades de Aguacate)

Para la determinación de las áreas de oportunidad, se realizó un análisis FODA del proceso de producción de mitades de aguacate, desde la recepción de aguacate hasta la congelación. Enlistamos las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas para conocer el estado general del proceso, posteriormente las resumimos en las más importantes y conformamos la matriz FODA. Una vez desglosados todos los aspectos de la FODA nos centramos en las oportunidades y debilidades encontradas, para la posterior identificación de las causas que influyen directamente en estas y el establecimiento de una solución viable.

3.2 Identificación de causas que afectan la productividad del proceso

Mediante las metodologías “Kaizen” y lluvia de ideas, se procedió a la identificación de las causas que afectan la productividad, teniendo en cuenta las debilidades encontradas en el proceso, específicamente en las materias primas, insumos, equipos de trabajo, técnicas y métodos de operación, instalaciones, actividades que se realizan, distribución del personal e inventarios. Basados en la capacitación y conocimientos previos para identificar, de forma sistemática, todos aquellos elementos del proceso que no aportan ningún valor, realizamos un

recorrido en la planta, determinando las prácticas deficientes que afectan la productividad, identificando los aspectos del proceso que requieren re ingeniería y desarrollo de nuevas estrategias para generar cambios inmediatos que no requieran inversión y puedan implementarse inmediatamente para orientar el proceso a la mejora continua, involucrando a todo el personal, con resultados que comprueben una mejora significativa a corto y mediano plazo.

3.3 Diseño e Implementación de actividades de mejora continua

Para el desarrollo de las actividades de mejora continua, se decidió utilizar la metodología del Círculo de Deming o Ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar), encontramos las actividades susceptibles de mejora y los objetivos, realizamos cambios para implantar la mejora propuesta y probar el funcionamiento antes de hacerlo a gran escala, se establece un periodo de prueba para verificar su funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas habrá que repetir el ciclo para ajustarla a los objetivos esperados. El objetivo de implementar el ciclo PHVA es disminuir fallas, aumentar la productividad, solucionar problemas, prevenir y eliminar de riesgos potenciales, disminuir tiempos muertos y mermas.

3.4 Evaluación de las actividades implementadas

Al terminar el periodo de prueba se estudiaron los resultados y se compararon con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. En este caso, los resultados fueron satisfactorios de modo que la mejora permanecerá definitivamente. La evaluación de resultados se llevó a cabo mediante un análisis estadístico con el software Minitab17, para obtener datos de estandarización y proceder a la modificación o elaboración de procedimientos operativos.

Capítulo 4

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis metodológico del Proceso de Producción (Mitades de Aguacate)

El análisis metodológico del proceso de mitades de aguacate, se realizó mediante un análisis FODA. Los aspectos abordados se resumen en el listado de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas encontradas, que presenta de forma clara las áreas de oportunidad para, a partir de estas, crear e implementar acciones y sistemas que permitan y fomenten la mejora continua y así aumentar la productividad del proceso. Se desglosan de la siguiente manera:

Fortalezas

- Producto final con calidad de exportación.
- Bonos para los empleados.
- Pagos puntuales.
- Adecuada logística de proceso.
- Área de proceso equipada y con instalaciones adecuadas.
- Proceso técnico y administrativo con diseño consistente.
- Los empleados con antigüedad cuentan con equipos ergonómicos y utensilios de trabajo siempre que lo solicitan.
- Empresa con 60 años de experiencia.
- Capacidad de almacenaje en bodegas de conservación del producto final.

Oportunidades

- Aumento en la demanda de alimentos congelados.
- Solidez empresarial.
- Reconocimiento de la empresa a nivel internacional.
- Atracción de nuevos clientes.
- Obtención de Certificaciones de calidad alimentaria.

Debilidades

- Salarios insuficientes.
- Bodegas de congelación sin mantenimiento adecuado.
- Rotación de personal y falta de capacitación a personal nuevo.
- Personal desmotivado y estresado por metas de producción.
- Utensilios de trabajo insuficientes y en mal estado.

- Tiempos muertos por falta de personal.
- Deficiencias en la contratación de personal.
- Materia prima con calidad variable.
- Tiempos muertos por falta de equipos y utensilios de trabajo.
- Tiempos muertos por falta de insumos y/o materias primas.
- Merma por falta de capacitación al personal de nuevo ingreso.
- Falta de proyección para eventualidades de personal especializado.
- Falta de actualización y estandarización de procedimientos operativos.
- Las líneas de mando no están bien definidas.
- Exceso de merma por materia prima en mal estado.
- Desempeño deficiente del personal por las extensas jornadas de trabajo.

Amenazas

- Competencia inter empresarial en el mercado.
- Aumento de precios de las materias primas e insumos.
- Contratación de empleados no capacitados y/o comprometidos.
- Falta de crecimiento de la organización o empresa.
- Pérdida de clientes por aumento de costos o disminución de la calidad.

Con base al análisis las fortalezas son sólidas, las debilidades limitan el funcionamiento y organización del proceso afectando directamente la productividad. Además, las oportunidades y amenazas existentes son factores que no influyen de manera significativa en el proceso, aun menos, considerando que se maquila a un productor y proveedor que cuenta con una especificación bien definida del producto final. Así el análisis FODA, se plantea en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis FODA.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de exportación en el producto final. • Instalaciones apropiadas para el proceso. • Proceso técnico y administrativo con diseño consistente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de desperdicios. • Tiempos muertos. • Capacitación y administración de personal.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de demanda de alimentos congelados. • Solidez empresarial. • Atracción de nuevos clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia inter empresarial. • Incremento en costos de producción. • Pérdida de clientes

Después de realizar el análisis FODA se desarrolla la matriz que conforma la Tabla 4, de acuerdo a las convergencias de cada aspecto del FODA, como se muestra a continuación:

Tabla 4. Matriz FODA.

Interiores Exteriores	Fortalezas	Debilidades
Oportunidades	El proceso de producción de mitades de aguacate resulta de un diseño adecuado y cuenta con instalaciones apropiadas para obtener un producto con calidad de exportación, esto conlleva a generar nuevos clientes, aprovechando la demanda actual de alimentos congelados para proyectar la empresa a nuevos mercados.	El aumento en la demanda de productos secundarios permite aprovechar toda la materia prima, obtener más productos y más ventas para disminuir desperdicios creando subproductos que generen valor agregado y desarrollo de infraestructura, atrayendo nuevos clientes y logrando solidez empresarial.
Amenazas	La calidad en el producto terminado y las condiciones de infraestructura para manufacturarlo ponen al proceso en posición de competir con éxito en el mercado pudiendo sostener los costos de producción y la calidad a los clientes.	Las debilidades encontradas presentan oportunidades de mejora, como la disminución de tiempos muertos y mermas, mediante capacitación y administración adecuada del personal para afrontar la competencia, el aumento de los costos y satisfacer las necesidades de los clientes.

El análisis FODA muestra que las fortalezas sostienen el proceso y sustentan la operación, y que logran, aún con las debilidades, la manufactura de un producto de calidad. También se identificaron limitantes de la productividad, que se resumen en cuatro áreas de mejora importantes: desperdicio (merma), tiempos muertos, capacitación y administración de personal, observamos que las oportunidades son factibles de alcanzar si disminuimos las debilidades y con esto las amenazas son despreciables. El siguiente paso será identificar las causas que originan las debilidades o áreas de oportunidad en nuestro proceso.

4.2 Identificación de las causas que afectan la productividad del proceso

La identificación de las causas que afectan la productividad del proceso es primordial para poder eliminarlas. Utilizamos la metodología “Kaizen” debido a que es acorde con las necesidades del proceso, la evaluación realizada y los objetivos planteados, partimos del problema o debilidad encontrada, realizamos una lluvia de ideas para encontrar la causa raíz e implementamos mejoras de forma continua en

el tiempo, utilizando los recursos humanos y materiales disponibles, trabajando en conjunto con todo el equipo de trabajo, en las áreas de proceso, teniendo siempre presente que las mejoras permanentes apuntan hacia la excelencia.

Se realizó un recorrido por las instalaciones para determinar las causas que originan las debilidades del proceso encontradas con el análisis FODA, una vez identificadas planteamos las posibles soluciones, las prácticas que han de cambiarse, los controles que implementar y las variables críticas necesarias para aumentar la productividad del proceso, como ya mencionamos, se utilizó la metodología de lluvia de ideas, de la cual surgieron las siguientes:

- Los insumos no tienen un lugar definido en el proceso, existe riesgo de contaminación.
- No hay cantidad definida de stock de insumos en proceso.
- La recepción de materia prima es inadecuada, la muestra no es significativa pues sólo se verifica la calidad y estado de las primeras tarimas.
- La materia prima no está identificada en el área de selección.
- Los espacios para las tarimas no están señalados en la bodega de conservación.
- La selección se ve superada por la velocidad del proceso ante la gran diversidad en los parámetros de los aguacates recibidos.
- Se utilizan las mismas cajas para todos los aguacates, ya sea verdes, maduros, en dureza para proceso, sanitizados y sin sanitizar.
- No existe equipo sistematizado que indique los tiempos de residencia del aguacate en las tinas de sanitización.
- El abasto a proceso es discontinuo por falta de aguacate sanitizado en operación.
- El abasto de materia prima a proceso es deficiente por la falta de visibilidad del túnel de sanitizado al área de proceso.
- El número de personas por mesa es excesivo, se estorban y delegan trabajo entre compañeros.
- Falta de pericia en personal de nuevo ingreso, principalmente en el despulpado, desperdiciando mitades al no tener la calidad requerida.
- La cantidad de aguacates que se abastecen a las mesas es mucha, por tanto se caen aguacates a la merma y al piso.
- Los cuchillos y cucharas necesitan estar más afilados para que la operación sea más rápida y más precisa.
- La inspección de la solución ácida es visual, de modo que no se tiene la certeza de su efectividad.
- Las básculas no son las ideales para trabajar en ambientes húmedos.
- No hay suficiente personal capacitado en los puestos clave del proceso (selección, sanitización, control de peso y calidad, bodega de congelación).
- Sólo una persona del turno tiene EPP para la bodega de congelación.

- Las bodegas de congelación no tienen mantenimiento adecuado y ocasionan paros eventuales por temperatura fuera de especificación.

La categorización de las áreas de oportunidad anteriormente citadas se muestra en la Tabla 5, donde asignamos la ponderación de acuerdo a la influencia que tienen en el proceso, que será de 0 para las que no influyen, de 1 para las que influyen poco y de 2 para las que influyen mucho.

Tabla 5. Categorización de áreas de oportunidad por su influencia en el proceso.

No influye = 0 Influye poco = 1 Influye mucho = 2	
Los insumos no tienen un lugar definido en el proceso, existe riesgo de contaminación.	1
No hay cantidad definida de stock de insumos en proceso.	2
La recepción de materia prima es inadecuada, la muestra no es significativa pues sólo se verifica la calidad y estado de las primeras tarimas.	2
La materia prima no está identificada en el área de selección.	1
Los espacios para las tarimas no están señalados en la bodega de conservación.	1
La selección se ve superada por la velocidad del proceso ante la gran diversidad en los parámetros de los aguacates recibidos.	2
Se utilizan las mismas cajas para todos los aguacates, ya sea verdes, maduros, en dureza para proceso, sanitizados y sin sanitizar.	1
No existe equipo sistematizado que indique los tiempos de residencia del aguacate en las tinas de sanitización.	1
El abasto a proceso es discontinuo por falta de aguacate sanitizado en operación.	2
El abasto de materia prima a proceso es deficiente por la falta de visibilidad del túnel de sanitizado al área de proceso.	2
El número de personas por mesa es excesivo, se estorban y delegan trabajo entre compañeros.	2
Falta de pericia en personal de nuevo ingreso, principalmente en el despulpado, desperdiciando mitades al no tener la calidad requerida.	2
La cantidad de aguacates que se abastecen a las mesas es mucha, por tanto se caen aguacates a la merma y al piso.	1
Los cuchillos y cucharas necesitan estar más afilados para que la operación sea más rápida y más precisa.	2

La inspección de la solución ácida es visual, de modo que no se tiene la certeza de su efectividad.	1
Las básculas no son las ideales para trabajar en ambientes húmedos.	1
No hay suficiente personal capacitado en los puestos clave del proceso (selección, sanitización, control de peso y calidad, bodega de congelación).	2
Sólo una persona del turno tiene EPP para la bodega de congelación.	2
Las bodegas de congelación no tienen mantenimiento adecuado y ocasionan paros eventuales por temperatura fuera de especificación.	2

La siguiente categorización, sintetizada en la Tabla 6, incluye las ideas más influyentes, con ponderación de frecuencia: Nunca = 0, a veces = 1 y siempre = 2.

Tabla 6. Categorización de áreas de oportunidad por frecuencia durante el proceso.

Nunca = 0	A veces = 1	Siempre = 2
No hay cantidad definida de stock de insumos en proceso.		1
La recepción de materia prima es inadecuada, la muestra no es significativa pues sólo se verifica la calidad y estado de las primeras tarimas.		2
La selección se ve superada por la velocidad del proceso ante la gran diversidad en los parámetros de los aguacates recibidos.		2
El abasto a proceso es discontinuo por falta de aguacate sanitizado en operación.		1
El abasto de materia prima a proceso es deficiente por la falta de visibilidad del túnel de sanitizado al área de proceso.		1
El número de personas por mesa es excesivo, se estorban y delegan trabajo entre compañeros.		2
Falta de pericia en personal de nuevo ingreso, principalmente en el despulpado, desperdiciando mitades al no tener la calidad requerida.		2
Los cuchillos y cucharas necesitan estar más afilados para que la operación sea más rápida y más precisa.		1
No hay suficiente personal capacitado en los puestos clave del proceso (selección, sanitización, control de peso y calidad, bodega de congelación).		2
Sólo una persona del turno tiene EPP para la bodega de congelación.		1
Las bodegas de congelación no tienen mantenimiento adecuado y ocasionan paros eventuales por temperatura fuera de especificación.		1

Ya realizada la categorización generamos la Figura 11, que nos muestra claramente las causas que afectan la productividad en el proceso.

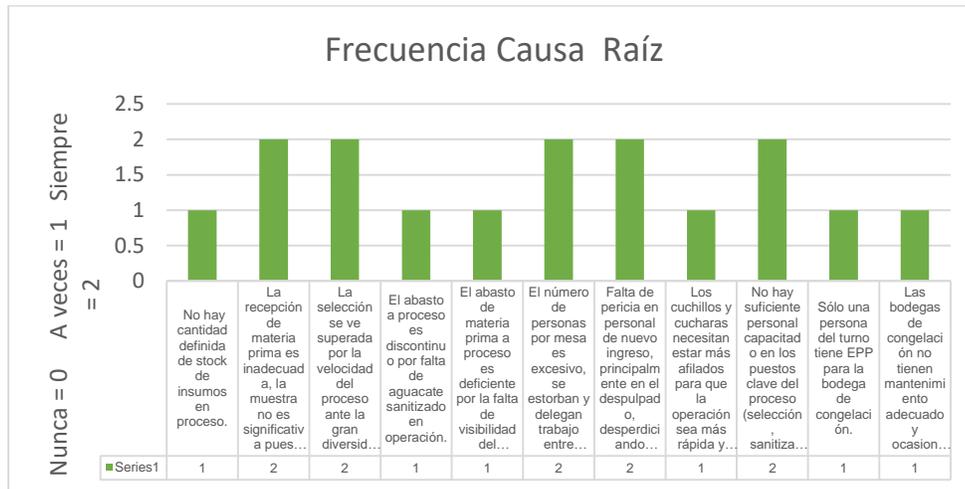


Figura 11. Gráfico de frecuencia de causas raíz.

La lluvia de ideas ayuda a encontrar las causas que originan las debilidades, sabemos cuáles son aquellas que suceden siempre y afectan notoriamente nuestro proceso, observamos que pueden agruparse en tres áreas de mejora que se clasifican como sigue en la Tabla 7: tiempos muertos, desperdicios o mermas y administración de personal, que es consistente con lo observado en el análisis FODA, la falta de capacitación redundante en los tiempos muertos y mermas.

Tabla 7. Áreas de oportunidad en el proceso.

Tiempos muertos
La recepción de materia prima es inadecuada, la muestra no es significativa pues sólo se verifica la calidad y estado de las primeras tarimas.
La selección se ve superada por la velocidad del proceso ante la gran diversidad en los parámetros de los aguacates recibidos.
No hay suficiente personal capacitado en los puestos clave del proceso (selección, sanitización, control de peso y calidad, bodega de congelación).
Mermas
Falta de pericia en personal de nuevo ingreso, principalmente en el despulpado, desperdiciando mitades al no tener la calidad requerida.
Administración de personal
El número de personas por mesa es excesivo, se estorban y delegan trabajo entre compañeros.

4.3 Diseño e Implementación de actividades de mejora continua

El diseño e implementación de las actividades de mejora estuvo dado por los resultados de la aplicación del Círculo de Deming o Ciclo PHVA, resumidos en la Tabla 8. Una vez que identificamos las causas hay que encontrar las soluciones. El propósito es reducir los desperdicios del proceso, ya sea en la ejecución, materias primas, técnicas o métodos, tiempos, etc., proponiendo la mejora continua asociada a cada una de las áreas de mejora que impactan el proceso y que definimos anteriormente.

Tabla 8. Implementación del Ciclo PHVA en las áreas de oportunidad del proceso.

CAUSAS	Planear	Hacer	Verificar	Actuar
Ciclo PHVA para disminuir Tiempos muertos				
La recepción de materia prima es inadecuada, la muestra no es significativa pues sólo se verifica la calidad y estado de las primeras tarimas.	Modificar procedimiento de recepción de fruta que garantice recibir máximo un 5% de fruta no conforme.	Implementar el nuevo procedimiento previa capacitación a los encargados de la remisión, supervisores y coordinadores y registrar los datos.	Realizar estadística con los resultados obtenidos y comparar con los datos anteriores a la implementación del nuevo procedimiento.	En base a los resultados obtenidos se tomó la decisión de estandarizar el nuevo procedimiento de recepción.
La selección se ve superada por la velocidad del proceso ante la gran diversidad en los parámetros de los aguacates recibidos.	Crear registro que incluya nuevos parámetros (dureza, % de fruta con defecto).			
No hay suficiente personal capacitado en los puestos clave del proceso (selección, sanitización, control de peso y calidad, bodega de congelación).	Capacitar a tres personas por turno en puestos clave, asignar equipo de trabajo. Disminuir 100% los paros por ausentismo de personal. Medir cantidad de paros y duración.	Capacitación en puestos especializados a personal sobresaliente. Rotación del personal capacitado para reafirmar el conocimiento en la práctica. Registrar datos de paros y duración por turno.	Comparar el desarrollo de los turnos con respecto a turnos con una sola persona por puesto. Evaluar histórico de la cantidad de paros y duración vs datos en el presente.	El turno es más productivo con esta modalidad y se logró la disminución de paros, se implementa capacitación periódica.
Ciclo PHVA para disminuir merma				
Falta de pericia en personal de nuevo ingreso, principalmente en el despulpado, desperdiciando mitades al no tener la calidad requerida.	Implementar capacitación pre-ingreso y retroalimentación diaria antes de iniciar el turno para reducir merma al 46% aceptado. Medir % de merma en cada turno.	Capacitación previa y retroalimentación in situ a personal de nuevo ingreso. Supervisión monitoreará avance, retroalimentará al personal durante el turno y registrará % de merma.	Generación de estadística de % de merma por turno y comparación con datos previos a nuevo programa de capacitación.	Estandarización de plan de capacitación, implementar a personal de sanitizado mejorar % de merma
Ciclo PHVA para Administración de personal				
El número de personas por mesa es excesivo, se estorban y delegan trabajo entre compañeros.	Determinación de número de personas por mesa con que se logre mayor productividad. Registrar libras producidas por mesa.	Hacer equipos de trabajo con 10, 9 y 8 personas por mesa, generar estadística de productividad por mesa y encontrar el número óptimo de personal. Implementar el óptimo en operación.	Comparar libras de producción con las 10 personas por mesa antes y con las encontradas en el análisis y evaluar resultados.	Se encontró que el óptimo es de 8 personas, ya que logran las mismas libras producidas que las mesas de 10. Se estandarizan las mesas de trabajo de 8 personas.

4.4 Evaluación de las actividades implementadas

El trabajo realizado, desde el análisis FODA hasta la aplicación del Círculo de Deming lleva a definir las actividades más importantes, las que demandan más atención y las variables a medir para tener datos que permitan tomar decisiones asertivas para realizar sólo las actividades que generan valor. Con las mejoras implementadas en el proceso, se determinan los aspectos fundamentales a modificar, indicando los siguientes:

Primero, modificar el proceso de recepción de materia prima, ya que la variabilidad de calidad en las remisiones ocasiona paros por el tiempo que hay que invertir en la selección y el consiguiente desabasto de fruta al turno o incluso por la pérdida de tiempo durante el turno por procesar aguacates fuera de especificación. Dado que los criterios de recepción dependían de la percepción, el procedimiento fue actualizado conforme a las necesidades actuales de operación. El método de recepción se estandarizó para evitar confusiones y/o desviaciones dentro del proceso, se determinó que la revisión sería aleatoria con muestras tomadas de todas las tarimas recibidas. Las variables críticas a medir en la recepción son la dureza y el % de fruta con defecto. Los rangos de aceptación para dureza se fijaron entre 4 y 13 Kg/cm², siendo el óptimo de 5 a 7, y para el % de defecto un máximo del 5% para ser recibido. Una vez definido lo anterior se impartió capacitación teórica y en sitio. El departamento de calidad verificará el cumplimiento de la nueva metodología y el aseguramiento de las especificaciones, para reportar oportunamente cualquier desviación. Los resultados se muestran en los siguientes gráficos, donde se utilizó Excel y MiniTab17. Las líneas verticales rojas representan el antes y el después de la implementación de las mejoras:

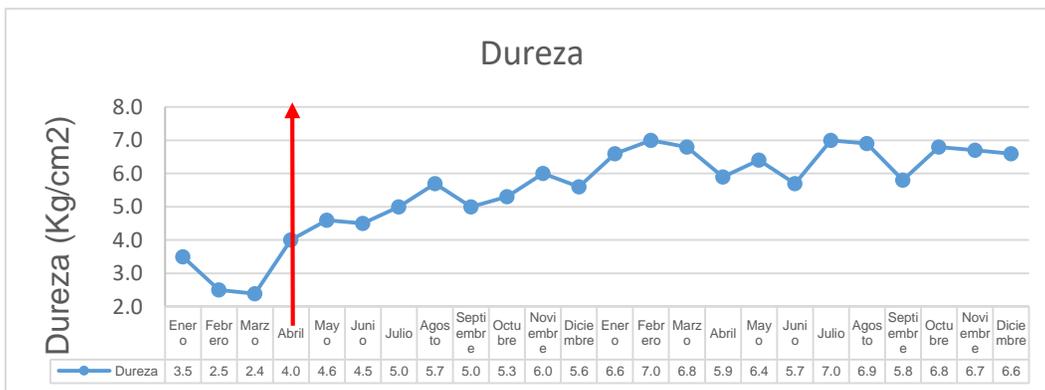


Figura 12. Gráfico de tendencia de la Dureza.

La Figura 12 muestra que la nueva inspección en la recepción permite conocer la calidad general y aceptar la remisión únicamente cuando los resultados muestran que la dureza se encuentra entre el rango requerido para proceso.

El histograma de la Figura 13 y el “Boxplot” de la Figura 14 muestran que la mayoría de los aguacates se recibe en el óptimo de dureza para proceso, lo cual representa una limitante, pues nos obliga a producir toda la materia prima recibida, sin dejar margen a eventualidades.

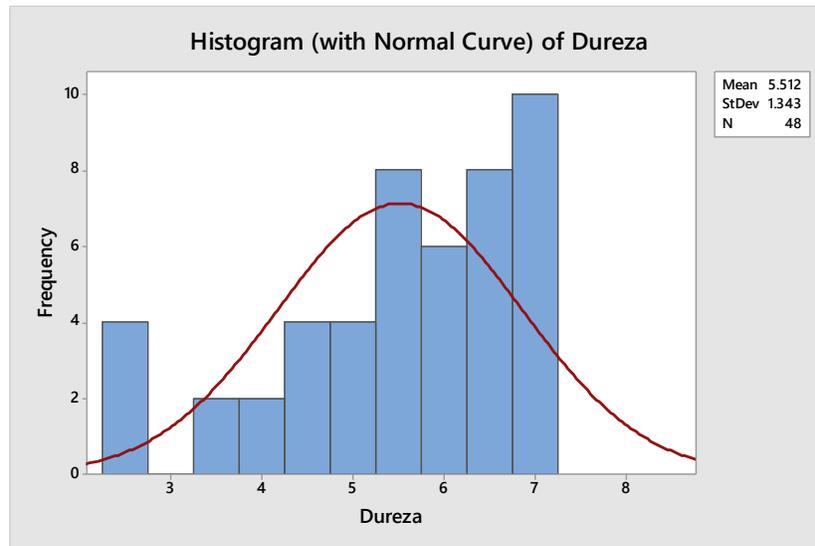


Figura 13. Histograma de dureza de la materia prima

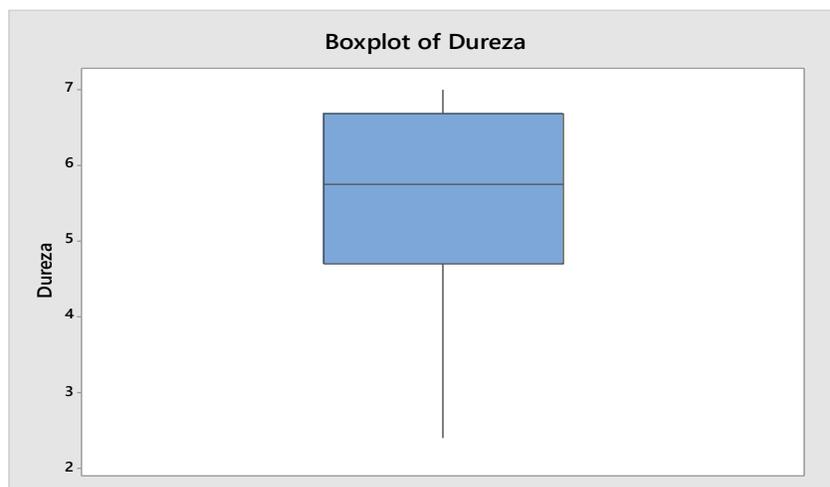


Figura 14. “Boxplot” de dureza en la recepción de fruta.

El nuevo procedimiento de recepción y la estandarización del 5 % máximo de defecto en la remisión normalizaron la incidencia de aguacates con defecto en niveles aceptables posterior a la mejora, como se muestra en la Figura 15:

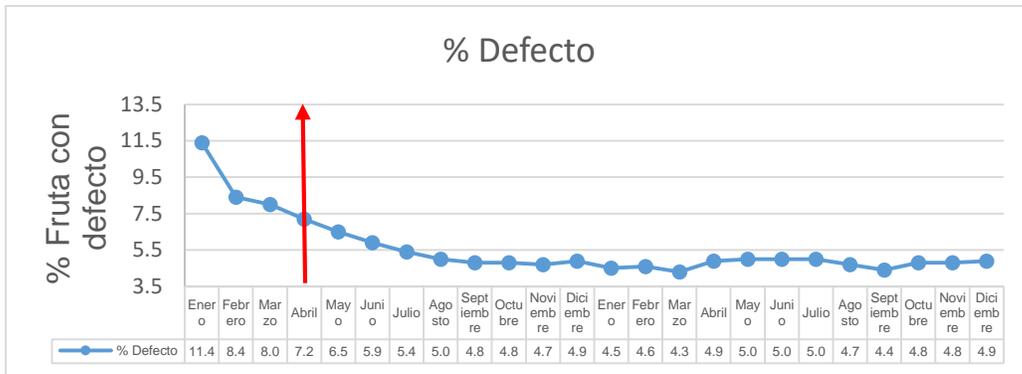


Figura 15. Gráfico de tendencia del % de Fruta con defecto.

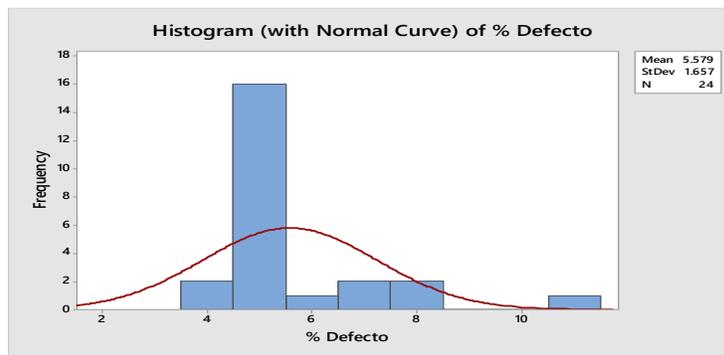


Figura 16. Histograma % Fruta con defecto.

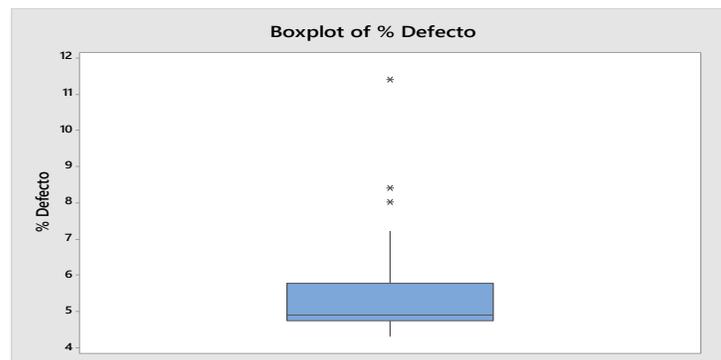


Figura 17. "Boxplot" % Fruta con defecto

El histograma de la Figura 16 y el “boxplot” de la Figura 17, en base al % de fruta con defecto nos muestra que la mayoría de las remisiones llegan con el máximo porcentaje permitido, pero se cumple con el propósito de la estandarización.

El programa estadístico minitab se utilizó para conocer la correlación entre la dureza y el % de fruta con defecto respecto a los tiempos muertos, generando los paretos observados en las Figuras 18 y 19, mostrando los siguientes resultados:

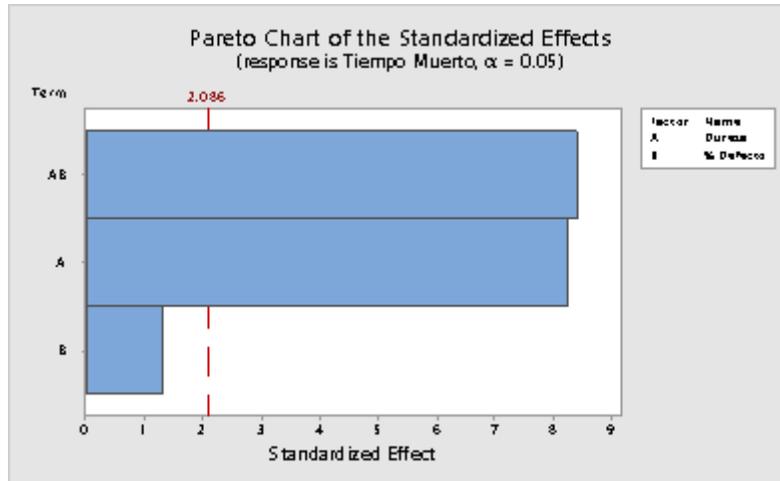


Figura 18. Pareto de efectos para Tiempo Muerto

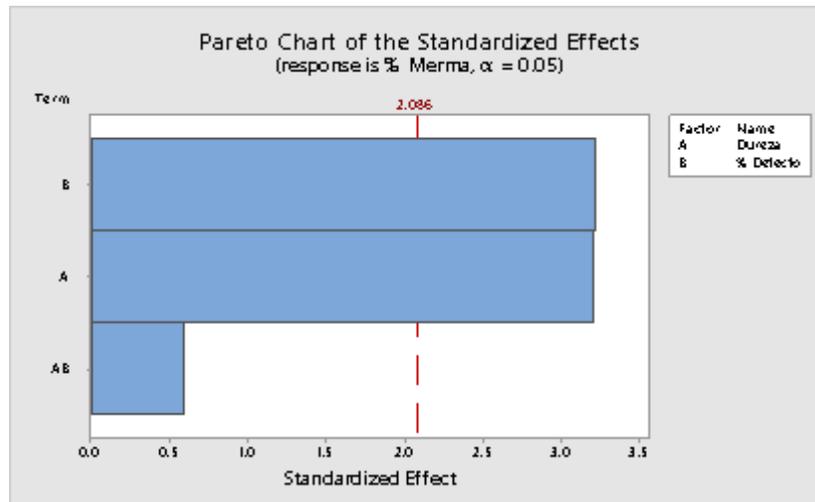


Figura 19. Pareto de efectos para % de Merma

Al estandarizar el porcentaje de fruta con defecto en la recepción se logra el control de esta variable, siendo despreciable respecto al tiempo muerto, pero sí es significativa cuando también la dureza sale de los valores óptimos de proceso, la

dureza afecta directamente a los tiempos muertos, pues sus valores son más variables.

En el caso de las mismas variables respecto al porcentaje de merma la situación es otra, pues tanto la dureza como el porcentaje de fruta con defecto afectan directamente este parámetro, con lo que resumimos que es necesario el control de estas variables en la recepción, el cual se logra cabalmente con los nuevos métodos de operación.

Los paros operativos por falta de personal capacitado en los puestos clave o que requerían una especialización en el proceso hizo evidente la necesidad de contar, por lo menos, con dos personas capacitadas que cuenten con el equipo de trabajo adecuado para las posiciones específicas del proceso y las actividades a realizar, específicamente en bodega de congelación, verificación de peso y calidad, lavado y sanitizado y selección de fruta, (en esta última por lo menos cinco personas capacitadas por lo demandante de la actividad). Se tomó la medida debido a que en ausencia de los titulares del puesto no había suplentes capacitados ni con equipo para realizar la actividad. Se capacitó a tres personas por turno para cada puesto, se les asignó equipo de trabajo y se hizo un rol para que todos tuvieran experiencia y dominaran las actividades del puesto. Supervisión, coordinación de producción y de calidad comparten la obligación de realizar revisiones aleatorias durante los turnos de las acciones claves para verificar el correcto funcionamiento. Los datos comparativos recabados de la operación antes y después de la implementación se muestran en la Figura 20:



Figura 20. Tiempos muertos operativos.

Con la modificación del procedimiento de recepción de fruta, controlando la dureza y el porcentaje de fruta con defecto, además de capacitación adecuada y

suficiente al personal, disminuyó considerablemente la incidencia de tiempos muertos en la operación, se tiene certeza, de acuerdo a los muestreos, inspecciones, monitoreo y estadística realizados, que el producto y proceso cuentan con un control más preciso que antes de las mejoras implementadas. Éstas serán estandarizadas, al igual que la realización de análisis del proceso cada tres meses, para el seguimiento e implementación de la metodología Kaizen de mejora continua.

El porcentaje de merma en el área de corte es un parámetro fundamental de control, pues estas cifras afectan directamente la producción. Al inicio del análisis se tenían graves problemas con esta variable, ya que la cifra aceptable es de 46%, en el proceso se reportaban cifras promedio de hasta el 52%. Si bien una de las causas era la variabilidad en la calidad del aguacate que se procesaba también lo era la falta de capacitación y pericia del personal de nuevo ingreso, por eso la decisión de implementar capacitación teórico-práctica del corte, deshuesado y despulpado de la fruta, previamente al ingreso y todos los días al inicio del turno hasta dominar la técnica, impartida por personal de calidad y con la retroalimentación de la supervisión durante el turno, además, si en el aguacate despulpado se observase alguna desviación a los requisitos de calidad, producción y/o inocuidad, se tendría rápidamente la oportunidad de reportar esta(s) no conformidad(es) atendiendo directamente el problema y la desviación específica. Con la conjunción del nuevo procedimiento de recepción y el plan de capacitación instaurado se observó la disminución del porcentaje de merma incluso mejorando el 46% aceptado, como se observa en el siguiente la Figura 21:

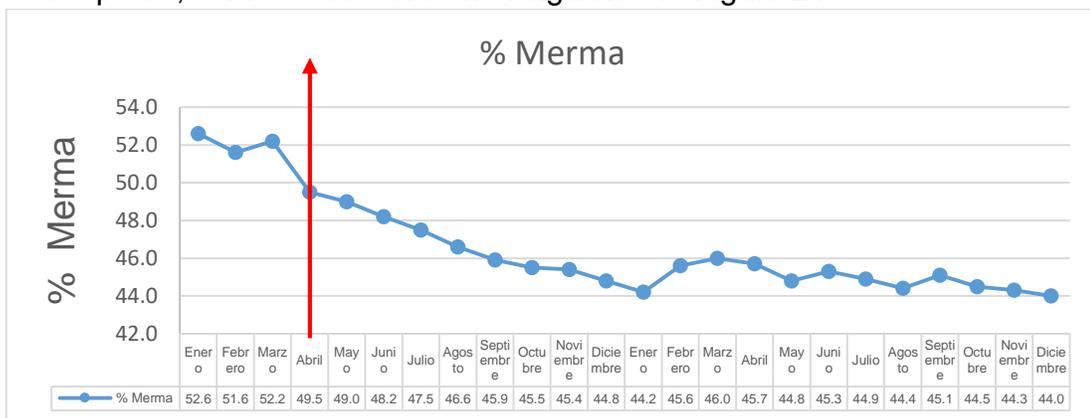


Figura 21. Gráfico de % Merma.

La mejora y estandarización de los sistemas productivos no solo depende de las variables de proceso, sino de la adecuada administración del personal. El proceso presentaba considerables deficiencias en este punto, pues no se contaba con indicadores acerca de la productividad del personal y se regían con el principio

de que a más personal más producción, sin analizar todas las variables del proceso, por este motivo existía en el área de corte un excesivo número de personal, se observaban tumultos en las mesas de trabajo, era evidente la incomodidad y el estorbo que se hacían unos a otros y la inequitativa distribución de los esfuerzos. La implementación de indicadores básicos de gestión fue el siguiente paso de la mejora. Los indicadores a evaluar son la cantidad de libras/persona-mesa, encontrando que producían cantidades similares con 8, 9 y 10 miembros por equipo, con los evidentes beneficios de disminuir las personas por mesa de 10 a 8. Inicialmente trabajaban dos turnos de corte de 50 personas y uno de empaque de 15, con un total de 115 personas, y posterior al análisis que redujo 8 personas por turno de corte, se asignaron 42 personas para cada turno de corte y 16 para empaque, es decir un total de 100 personas. La administración de los recursos humano fue muy significativa, se calcularon las libras producidas/persona-día para medir los resultados de esta mejora, que se muestran a continuación en la Figura 22:

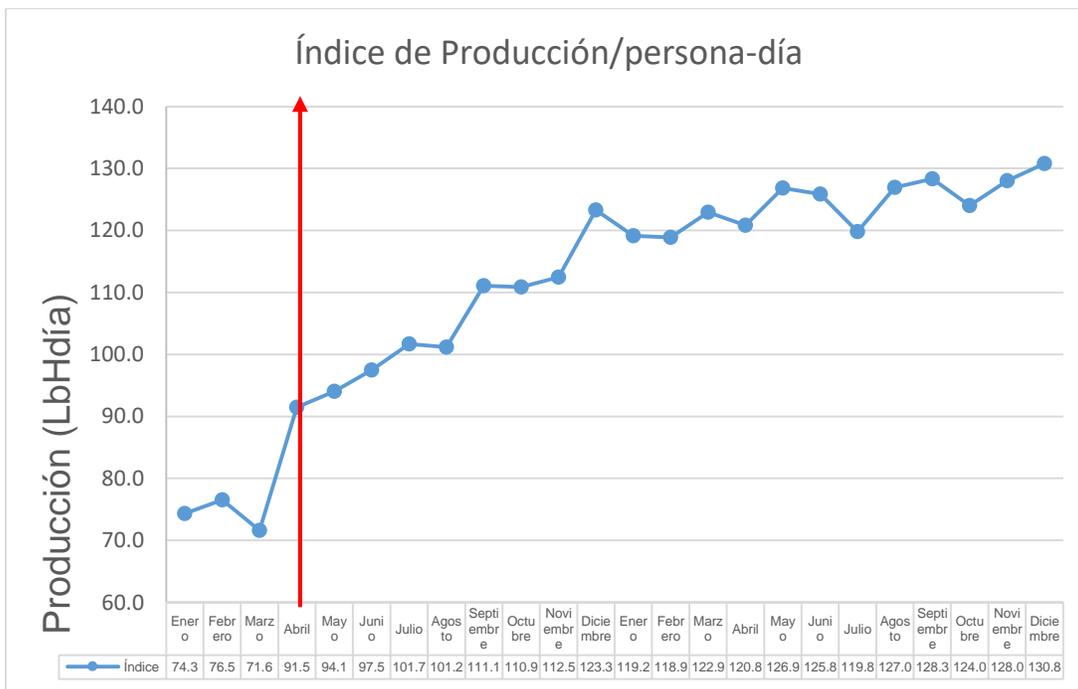


Figura 22. Gráfico de la producción en Lb/persona-día.

El gráfico de la Figura 23, de la producción en Lb/persona-día muestra un incremento en la productividad diaria del personal, misma que obedece al conjunto de mejoras implementadas en el proceso.

El siguiente gráfico muestra la producción diaria promedio durante el desarrollo de todo el proceso de implementación y estandarización de las mejoras, con resultados contundentes que verifican que la implementación de las metodologías de mejora continua “Kaizen” y Ciclo PHVA cumplen con su función, por lo que la implementación de ambas queda estandarizada en la operación permanentemente.

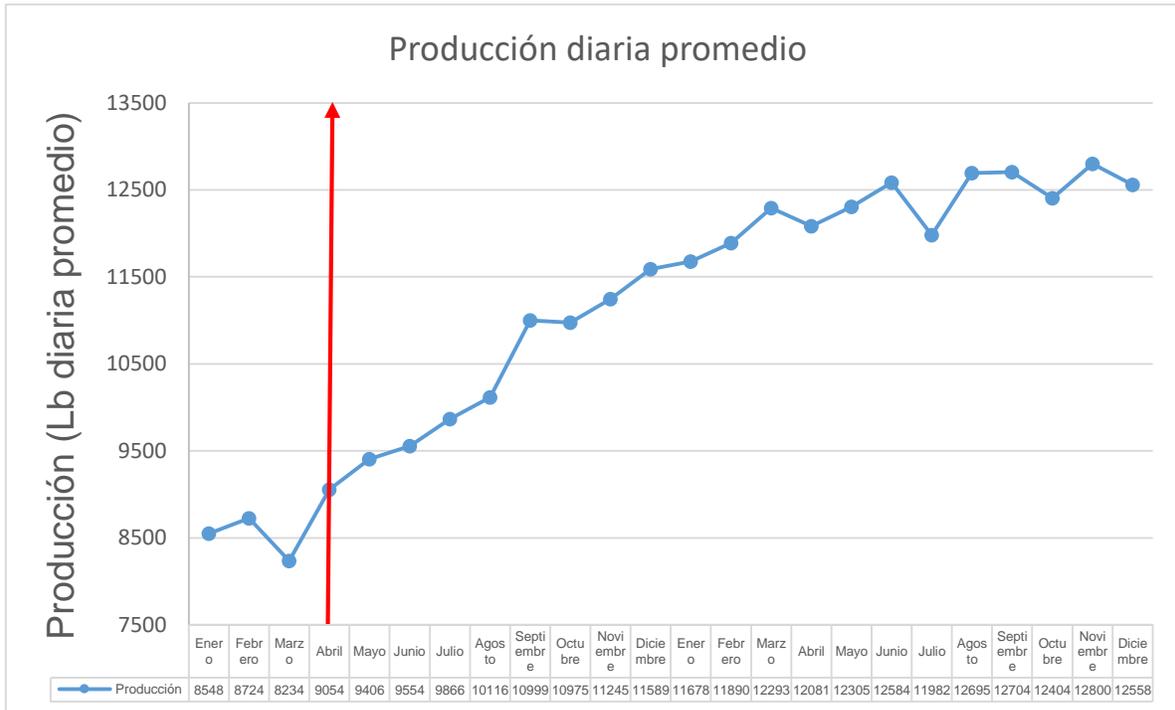


Figura 23. Gráfico de Producción diaria promedio.

La creación de programas, manuales, procedimientos, formatos de registro de datos, constancias de capacitación y retroalimentación debe quedar completamente documentada como evidencia del trabajo realizado. Además debe estar establecido el alcance de cada uno de los documentos. Las copias de los procedimientos deben estar al alcance de todos los que tengan injerencia en la actividad y deben contemplar alternativas de operación y solución bajo cualquier circunstancia de acuerdo al nivel de decisión jerárquica, requisitos de cumplimiento, características, parámetros, etc.

En resumen, después del análisis de resultados, podemos afirmar que al implementar el nuevo procedimiento de recepción de materia prima, se controlaron las variables de dureza y % de defecto, además, aunado a la capacitación y administración del personal, manteniendo los mismos volúmenes de aguacate recibido, se logró una disminución del 87.5% de los tiempos muertos, como se observa en la Figura 24.

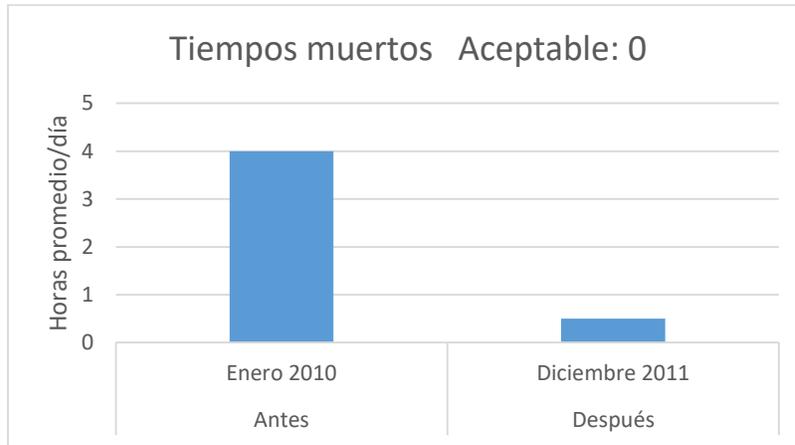


Figura 24. Comparativo de tiempos muertos antes y después de implementación de mejoras

En cuanto a la merma, se logró la disminución de los porcentajes de 52 a 44%, gracias a las actividades de mejora continua, que se muestran en la Figura 25.

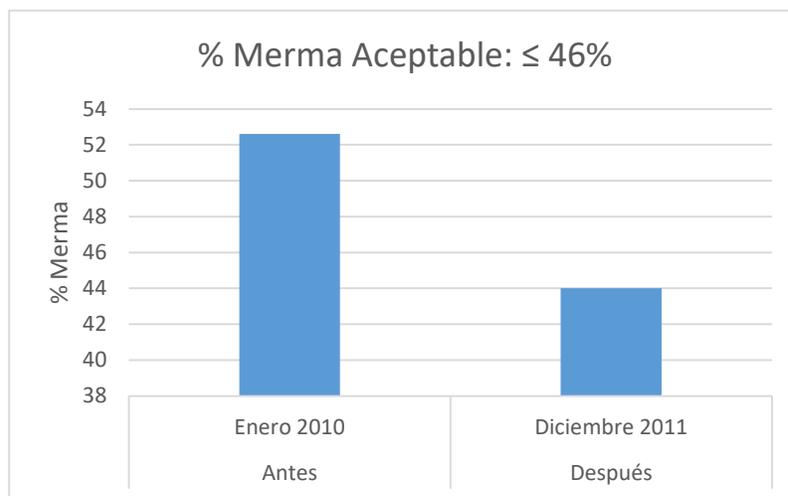


Figura 25. Comparativo de % de merma antes y después de implementación de mejoras.

Finalmente, al evaluar la productividad encontramos que esta mejoró en un 76%, de acuerdo a la comparación de las 8500 libras que procesaban 115 personas en 2010, contra las 12500 que lograban 96 personas, con las mismas condiciones

operativas y recibiendo la misma cantidad de materia prima, mejorando la producción en un 47%, lo cual se ve más claramente en la Figura 26.

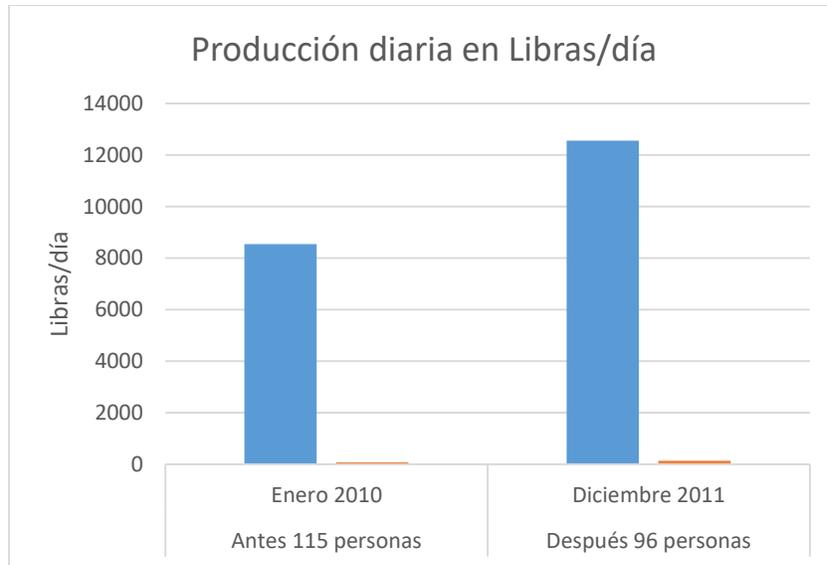


Figura 26. Comparativo de producción diaria en libras/día antes y después de implementación de mejoras.

Capítulo 5

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La estandarización de los métodos de trabajo y los sistemas de calidad permitieron el logro de los objetivos planteados, demostrando que con la implementación de estrategias de mejora continua es posible disminuir las debilidades en un proceso productivo y generar una cultura organizacional enfocada a la excelencia, que no es sencilla pero si productiva.

El proceso de producción de mitades de aguacate se analizó en cada una de las etapas, principalmente en la parte inicial (recepción, selección, sanitizado, corte, deshuesado, despulpe, drenado y congelación) logrando identificar las causas que afectan la productividad, que son los tiempos muertos, las mermas y la administración del personal, así como las metodologías para convertirlas en fortalezas, trabajando en conjunto con todo el personal operativo.

La implementación del Ciclo PHVA fue precisa para la planeación de las estrategias de mejora para solucionar las deficiencias del proceso, ejecutar el nuevo procedimiento de recepción de mitades, desarrollar los programas de capacitación y poner en práctica el nuevo esquema de trabajo, verificando su efectividad comparando las estadísticas de antes y después de la implementación y evaluación final de los resultados, decidiendo estandarizar todas las mejoras, ya que estas incrementaron la productividad. La recomendación es continuar desarrollando las metodologías de mejora continua, considerando que se requiere de bajas inversiones con grandes esfuerzos por parte de toda la organización.

Los Sistemas de Gestión de Calidad son muy diversos, pero es importante mencionar que todos aportan valor, tienen principios y áreas de aplicación distintas pero convergen en que los resultados a corto, mediano y/o largo plazo demuestran la efectividad de su implementación, de modo que si se quiere tener un proceso exitoso es prioritario generar la cultura de mejora continua, sea cual sea la metodología que se elija.

Para finalizar podemos decir que la hipótesis se comprobó y se lograron los objetivos, se disminuyeron los desperdicios y aumentó la productividad del proceso, sin embargo no debemos olvidar que siempre habrá aspectos que pueden mejorar y hay que seguir trabajando en ellos.

REFERENCIAS

Álvarez, F. (1975). El cultivo del Aguacate. Madrid, España: MUSIGRAF ARABI.

Atkinson, P. (1990). Creating culture chance: The key to succesful total Quality management. London: IFS.

Badri, M. y Davis, D. (1995). A studi of mesuring the critical factors of quality management. *International Jornal of Quality and Reliability management. Vol. 12.* (No. 2), pp. 35-65.

Broom, E. (1970). El Aguacate. México, D.F.: Comisión Nacional de Fruticultura.

Climent, S. (2003). *Los costes de calidad como estrategia empresarial.* Tesis Doctoral. Facultad de Economía. Universitat de Valencia. Valencia, España.

Codina, A. y Barba, E. (2000). TPM: manteniment total de la produccio. Revista de Qualitat, (Abril), pp. 10-17.

Cotec (1999). Pautas metodológicas en la gestión de la tecnología y de la innovación para empresas. Madrid, España: Fundación COTEC para la innovación tecnológica.

Cuatrecasas, L. (2001). TPM Total Productive Maintenance. Hacia la competitividad a través de la eficacia de los equipos de producción. Madrid, España: Gestión 2000.

Cunningan, I. e Iman, J. (1999) The Poverly of Empowerment? A critical case Study. *Personnel Review. Vol. 28.* (No. 3), pp. 192-207.

Dale, B. (1994). Managing Quality. London: Prentice Hall.

Dale, B. y Cooper, C. (1992). Total Quality and human resources: An Executive Guide. Oxford, Inglaterra,

Deming, E. (1989). "Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis". Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.

Dotchin, J. y Oakland, J. (1992). Theories and Concepts in Quality Management. *Total Quality Management*. Vol. 3. (No. 2), pp. 133-145.

FAO. (2008). FAOSTAT: Estadísticas de la FAO. <http://www.fao.org/statistics/es/>

(2009). FAOSTAT: Estadísticas de la FAO. <http://www.fao.org/statistics/es/>

Fersini, A. (1975). El cultivo del aguacate. (1era. Edición). México, D.F.: DIANA.

Gallego, E. 1983. Algunos Aspectos del Aguacate y su Producción en Michoacán. México, D.F.: GACETA.

Imai, M. (1986). KAIZEN: The key to Japan's competitive success. Nueva York, U.S.A.: Random House.

Ishikawa, K. (1986). "¿Qué es el control total de calidad?". Madrid, España: Norma.

Juran, G. (1986), "Quality control Handbook" (3era. Edición).New York, U.S.A.: Mc Graw-Hill.

Leal, P. (1986). Manual de prácticas de Fruticultura. San José, Costa Rica: IICA.

Mallo, Kaplan, Meljem y Giménez (2000). Contabilidad de Costos y Estratégica de Gestión. Madrid, España: Prentice Hall.

Martins, J. (1994). *O Ambiente da qualidade*. Belo Horizonte, Brasil: FCO.

Mathiew, J. y Zajac, D. (1990). A Review and Meta-analysis of antecedents, correlates, and Consequenses of Organizational Commitment. *Psychology Bulletin*. Vol. 108. (No. 2), pp. 171-194.

Pola, A. (1981). *Gestión de la calidad*. Barcelona, España: Marcombo S.A.

Quintero A., 2017. *Diseño y optimización de un despulpador de aguacate*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich.

Reyes, S. (1997). *Estudio del Mercado de Aguacate*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Rodríguez, F. (1992). *El Aguacate*. México, D.F.: AGT.

Roldan, C. y Velasco, L. (1997) *Perspectivas del Aguacate Hass Michoacano en el Mercado Noreste de Estados Unidos de América*. Tesis de Licenciatura. Departamento de Economía. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

SAGARPA (2010). Datos abiertos. <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/Paginas/default.aspx>

SARH.1994. *Frutales Tropicales y Subtropicales*. Datos Básicos. Sistema-Producto México, D.F.

Shewart, A. (1939). "Statistical Method from the viewpoint of quality control". New York, U.S.A.

Shingo, S. (1981). *Studi of The Toyota Production System*. Tokio, Japón: Asociación Japonesa de Gestión.

(1992). *El sistema SMED desde el punto de vista de la ingeniería*. New York, U.S.A.: Productivity Press.

Suppo, R. (1982). *El aguacate*. (1era. Edición). México, D.F.: AGT.

Tummala, V. y Tang, C. (1996). "Strategic quality management, malcom Baldrige and European quality Awards and ISO 9000 certification. Core concepts and comparative analysis". *International Jornal of Quality and Reliability Management*. Vol. 13. (No. 4), pp. 3-38.

Vargas C. M., 2007. *Supervisión en el proceso de elaboración de mitades de aguacate congelado*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich.

York, J. (1994). *Calitividad la mejora simultánea de la calidad y la productividad*. Barcelona, España: Marcombo S.A.