



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR
PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN
DE GUACAMOL**

Darvin Roeli Arrivillaga Castro

Asesorado por el Msc. Juan Pablo Chiapas Pérez

Guatemala, marzo 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR
PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN
DE GUACAMOL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DARVIN ROELI ARRIVILLAGA CASTRO
ASESORADO POR EL MSC. JUAN PABLO CHIAPAS PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, MARZO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez.

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Alvarez Cotí
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR
PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN
DE GUACAMOL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 24 de junio del 2021

Darvin Roeli Arrivillaga Castro

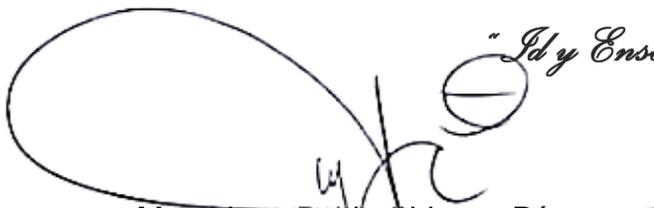
Ref. EEPFI-0744-2021
Guatemala, 24 de junio de 2021

Director
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Presente.

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN DE GUACAMOL**, presentado por el estudiante **Darvin Roeli Arrivillaga Castro** carné número **201314139**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.


Mtro. Juan Pablo Chiapas Pérez
Asesor


Mtro. Hugo Humberto Rivera Pérez
Coordinador de Gestión Industrial
Plan entre semana

Juan Pablo Chiapas Pérez
Ingeniero Civil
Colegiado: 11,611
e-mail: jpchiapas@gmail.com


Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-004-2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN DE GUACAMOL**, presentado por el estudiante universitario **Darvin Roeli Arrivillaga Castro**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



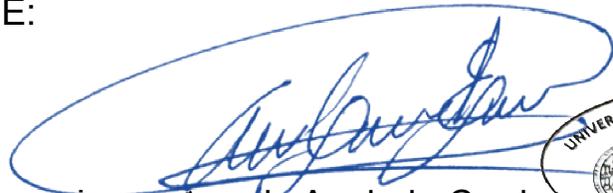
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

LNG.DECANATO.OI.223.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA UN SISTEMA DE CONTROL PARA DISMINUIR PÉRDIDAS Y DESPERDICIOS (MERMAS) EN INDUSTRIA DE ALIMENTOS PRODUCCIÓN DE GUACAMOL**, presentado por: **Darvin Roeli Arrivillaga Castro**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, marzo de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mis padres	Edwin Arrivillaga y Elvira Castro. Su amor y su apoyo siempre será inspiración.
Mi hermana	Thalía Arrivillaga. Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Mi hermano	Daniel Arrivillaga. Por ser inspiración a mi vida.
Mis tíos	Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
Familia y amigos	Por ser un importante apoyo en mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme ser fruto del saber al estudiar esta carrera de nivel superior.
Facultad de Ingeniería	Por haberme brindado la oportunidad de formarme del saber al estudiar la carrera.
Mis amigos de la maestría	Por ser una importante influencia en mi carrera.
Mi asesor de tesis	Por el tiempo invertido en este trabajo de graduación.
Compañeros de trabajo	Por su apoyo y aporte en este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	8
3.3. Formulación del problema	8
3.4. Delimitación del problema	9
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
5.1. General.....	13
5.2. Específicos	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN	15
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Producción en la industria de alimentos	19

7.1.1.	Inocuidad alimentaria HACCP	19
7.1.1.1.	Principio 1: Realizar un análisis de peligros.....	20
7.1.1.2.	Principio 2: Determinar los puntos críticos y control PCC.....	20
7.1.1.3.	Principio 3: Establecer el límite crítico	22
7.1.1.4.	Principio 4: Establecimiento de un sistema de control para el PCC.....	22
7.1.1.5.	Principio 5: Establecimiento de medidas correctivas	22
7.1.1.6.	Principio 6: Establecimiento de procedimientos de comprobación.....	23
7.1.1.7.	Principio 7: Establecimiento de un sistema de documentación y registros	23
7.2.	Generalidades del aguacate Hass	23
7.2.1.	Principales departamentos productores de aguacate Hass en Guatemala.....	24
7.2.2.	Uso del aguacate en la industria	24
7.2.3.	Clasificación del aguacate.....	26
7.2.3.1.	Principales daños del aguacate Hass ..	26
7.2.3.2.	Categoría 1 del aguacate	32
7.2.3.3.	Categoría 2 del aguacate	33
7.2.4.	Características fisicoquímicas del aguacate Hass ..	33
7.2.4.1.	Etapas de maduración del aguacate	34
7.3.	Calidad del guacamol.....	35
7.3.1.	Características sensoriales	35
7.3.2.	Características fisicoquímicas	36

7.3.3.	Características microbiológicas	36
7.4.	Productividad en la industria alimentaria	37
7.4.1.	Merma en un proceso productivo	38
7.4.2.	Mejora continua	38
7.4.2.1.	Realizar	39
7.4.2.2.	Comprobar	40
7.4.2.3.	Actuar	40
7.4.3.	Análisis de causa y efecto	41
7.4.3.1.	Metodología de aplicación	42
7.5.	Análisis del procedimiento	43
7.5.1.	Diagrama de dispersión	44
7.5.2.	Histograma	45
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	47
9.	METODOLOGÍA	51
9.1.	Características del estudio	51
9.2.	Unidades de análisis	53
9.3.	Variables	54
9.4.	Fases de estudio	55
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	57
10.1.	Técnicas de recolección de información	57
10.1.1.	Registros documentales	57
10.1.2.	Observación directa	57
10.2.	Técnicas de análisis de información	58
10.2.1.	Diagramas de procesos	58
10.2.2.	Diagramas de Pareto	58
10.2.3.	Diagrama de causas y efectos	58

10.3.	Técnicas de análisis cualitativo	58
11.	CRONOGRAMA	59
12.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	61
12.1.	Recursos necesarios.....	61
13.	REREFENCIAS	63
14.	APÉNDICE.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Daño de lenticela en el aguacate	27
2.	Quemadura por frío.....	29
3.	Daño por hongo.....	30
4.	Pulpa grisácea.....	31
5.	Daño por antracnosis	32
6.	Etapas de maduración del aguacate	35
7.	Ciclo Deming.....	39
8.	Enfoque del ciclo de Deming.....	41
9.	Diagrama de Ishikawa.....	43
10.	Diagrama de dispersión	45
11.	Histograma.....	46
12.	Cronograma de actividades.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

I.	Descripción de fases y herramientas para su desarrollo.	16
II.	Aporte nutricional del aguacate Hass	25
III.	Variables de estudios	54
IV.	Recursos a utilizar.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
E	Echerichia
Gr	Gramos
°C	Grados centígrados
=	Igual
Min	Minutos
%	Porcentaje
% A	Porcentaje de materia seca
% MS	Porcentaje de aceite del aguacate

GLOSARIO

Acciones preventivas	Acciones tomadas para reducir o eliminar la causa de una no conformidad potencial detectada.
BPM	Es una serie de prácticas utilizadas en el área operativa para controlar de forma constante los procesos.
Codex Alimentarius	Es un conjunto de normas alimentarias a nivel mundial, el principal objetivo es proteger la salud del consumidor y facilitar el comercio internacional.
Calibración	Comparación de ajustes a un estándar de exactitud conocida.
Capacitación	Preparación del equipo de trabajo para la ejecución de las diversas tareas de la empresa.
Diagrama de flujo	Herramienta utilizada para representación gráfica de un proceso mediante el uso de símbolos que reflejan las actividades.
Diagrama de causa y efecto	Es una representación que explica las causas que determinan el efecto.

Especificaciones	Son normas, exigencias, lineamientos o procedimientos que pueden ser empleados.
Materia seca	Es la parte que se resta de un material tras extraer todos sus componentes líquidos a través de un proceso de deshidratación.
Maduración	Es un proceso de transformación natural que ocurre en el aguacate Hass.
Organoléptico	Son aquellas propiedades o descriptores que caracterizan a un alimento, estos se describen según los 5 sentidos.
Salmonella	Es una bacteria que causa enfermedades a los consumidores de alimentos, se puede encontrar en frutas y vegetales.
Trazabilidad	Es una herramienta que ayuda a evidenciar todo el proceso de producción, procesado y distribución de un producto.

RESUMEN

La importancia del control de mermas en la industria del aguacate es de mucha relevancia, por lo que el trabajo de graduación tiene como objetivo principal, diseñar un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de la empresa aguacatera, tomando en cuenta que el aguacate Hass en tendencia es uno de los frutos con mayor demanda a nivel nacional.

Guatemala está teniendo una elevada presencia a nivel centroamericano, por lo que el cuidado de los estándares de calidad en toda la cadena de suministro dará a la industria aguacatera, un mayor aprovechamiento del fruto y mayor competitividad en el mercado.

El trabajo se desarrolla en cuatro capítulos, en donde el primer capítulo consta de la recopilación de información en torno al proceso, para lograr una mejor visualización de cada una de las fases del proceso, se levanta un diagrama de flujo en donde gracias a registros, documentos internos y artículos científicos se logra reflejar la situación actual del procedimiento de guacamol, generando indicadores de merma.

A través de la información recolectada, se analizan e identifican los puntos críticos del proceso productivo que afectan al rendimiento del proceso, estas se categorizan en función de la cantidad generada y el impacto que tiene sobre la calidad del producto final, dando así el paso a un panorama amplio para entender las posibles causas de la generación de mermas en todo el proceso productivo.

Con el desarrollo de la base de datos, la identificación de los puntos del proceso con mayor impacto en el rendimiento y el análisis de las causas, se define una propuesta del sistema de control que permite abordar las oportunidades de mejor del sistema.

1. INTRODUCCIÓN

Todo producto perecedero, tales como las frutas o vegetales tienen una merma natural y en la industria alimenticia es de vital importancia el estudio de dichas pérdidas y rendimientos. El objetivo principal del presente trabajo de investigación es diseñar un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de una empresa de la industria aguacatera.

Es importante mencionar que la merma se genera desde el corte en fincas, en proceso de clasificación (grado de madurez verde), durante su proceso de madurez y como tal el proceso de despulpe.

El fruto es característico por ser un fruto climatérico, esto quiere decir que el fruto empieza a perder peso desde su corte en el árbol, por lo que se tiene una vida útil muy corta. Es de vital importancia llevar el correcto control de la manipulación y el tiempo en ser procesado y almacenado, esto debido a que fisiológicamente inicia su proceso de maduración.

En el proceso de clasificación hay que tener muy claro el tipo de daños que comprometen a la se corre el riesgo de lastimar físicamente el aguacate Hass tanto en la máquina como en la caja donde se almacena, esto al finalizas su proceso de maduración, el fruto presenta puntos negros en la pulpa, comprometiendo la estructura del fruto y afectando la calidad del mismo.

El aguacate Hass por ser un fruto tiende a tener una pérdida natural el cual se tiene un estimado del 8.6 % de pérdida en el peso según Herrera, Salazar,

Martínez, y Ruiz, (2017), por lo que se debe realizar un análisis de la fisiología según temporada.

Se debe contemplar cada uno de los procesos que están reflejados en el diagrama de proceso; para este análisis se usará herramientas como diagrama de Ishikawa donde se analiza al personal, si estos cuentan con las competencias para realizar el proceso correcto, método actual empleado, la maquinaria esté funcionando correctamente, materia prima adecuada y el medio ambiente correcto para evitar una oxidación prematura en el guacamol.

Con el desarrollo del sistema de control se tendrán los beneficios de evidenciar y mejorar los procesos.

2. ANTECEDENTES

En el año 2015 la empresa inicia sus actividades el cual comprende venta directa de aguacate Hass en diferentes maduraciones y diferentes calibres (gramajes), paralelo a esto la empresa ve la oportunidad de introducirse en el mercado con venta de aguacate procesado.

El ministerio de cultura, ganadería y alimentación (MAGA, 2014) apunta que los mercados del aguacate en Centroamérica han sido los más importantes para la producción de Guatemala, donde tradicionalmente se ha podido tener una presencia parcialmente permanente, básicamente en los mercados donde normalmente se ha exportado el producto a países centroamericanos

“Se estima que a nivel mundial las pérdidas poscosecha de frutas son del 2 % al 23 % en países desarrollados y hasta de 50 % en países en desarrollo” (Márquez, Vepes, Sánchez y Osorio, 2014, p. 33).

Debido a la demanda del aguacate fresco y aguacate procesado se tiene la necesidad de evolucionar en proceso, equipo, mano de obra, mediciones y métodos; esta evolución da paso a un mercado internacional.

Al incrementar la demanda de aguacate procesado, el área de producción debe adaptarse a nuevos volúmenes de producción, al día de hoy se han descuidado algunos procesos dentro de la producción de aguacate procesado, lo cual repercute en el incremento de la merma, por lo que se genera la necesidad de un análisis minucioso para cuantificar, reducir y controlar dichos desperdicios en todo el sistema productivo del aguacate procesado.

Es muy importante conocer la materia prima (aguacate Hass) y sus características fisiológicas para poder determinar con mayor precisión la pérdida del peso natural, como lo es el porcentaje de materia seca, el porcentaje de aceite y las temporadas del fruto. Entre más alta sea la materia seca, más pronto madurarán los aguacates, por ende, su vida útil será más corta. (Mission, 2017, p. MASE-04).

Una parte significativa a tener en cuenta son los tipos de daños que se ocasionan durante la cosecha y transporte a planta de proceso, los cuales se denominan daños mecánicos. Un daño mecánico puede ser causado durante la cosecha y/o después de la cosecha.

Rodríguez, (2016) indica que el daño del fruto natural como golpe de sol, roce, lenticela y mordedura de trips no afectan a la maduración del aguacate, esto debido a que son daños superficiales que no comprometen a la calidad del fruto, estos daños pueden ser el resultado de una mala práctica en su manipulación de los frutos de los recolectores, del sistema de transporte hacia la planta, del personal de operaciones, o de la manipulación durante el proceso de empaque.

Naturalmente el fruto tiene una pérdida de peso, Herrera et al. (2017) señala que el aguacate Hass tiene una pérdida fisiológica de masa promedio de 8.3 % almacenado a una temperatura ambiente, este dato es de mucha validez para el estudio a desarrollar.

Rodríguez y Henao (2016) indica que uno de los efectos al no tener un control sobre el ciclo de maduración puede ocasionar un pardeamiento de los haces vasculares, pudrición en el pedúnculo y aumento de su deshidratación.

Como parte del control se debe tener en cuenta el tiempo la vida útil en bodegas, esto debido a que cuando el producto es refrigerado por un periodo largo, los poros aumentan su tamaño, lo que causa que se debilite la estructura del fruto (Arriola, García, Nungaray, González, y Ruíz, 2006, p. 53)

La mejor opción para la manipulación del fruto es con un grado de madurez verde, Márquez et al. (2014), indica que, durante el ciclo de maduración, fisiológicamente el fruto presenta un comportamiento decreciente en la firmeza de la pulpa. Esto al tener un grado de madurez avanzado (Maduro), el fruto tiende a aumentar su probabilidad de tener magulladuras en la pulpa, comprometiendo la calidad del fruto.

En el proceso de despulpe del fruto únicamente se contempla la pulpa, Olaeta (2003) demuestra que el rendimiento de pulpa fluctúa entre 63 % y 67 %, el resto corresponde a semillas y cáscaras. En el grupo de estudio Frenan (2017) determinan el cálculo matemático para lograr la determinación de la merma y su rendimiento en alimentos perecederos.

En los últimos cinco años la industria de aguacate ha logrado alcanzar un desarrollo significativo y continúa haciendo esfuerzos para mejorar e incorporar innovación en el producto, tanto en fresco como transformado, así como en sus procesos, a fin de ofrecer al mundo un producto de alta calidad. Asociación Gremial de Exportación (AGEXPORT, 2020).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

Se entiende como merma una pérdida de una materia prima, insumos, material de empaque y todo lo relacionado con la preparación del producto final.

Es muy importante contemplar la merma que se genera en el proceso productivo de guacamol, debido a que este al no estar contemplado ocasiona un costo adicional en la producción de guacamol, generando fugas de dinero para la empresa.

Actualmente el proceso productivo de guacamol no contempla todos los factores que ocasiona una merma, como la recepción de materia prima, un proceso adicional o una falla de maquinaria entre otros, dichos factores podrían incrementar la pérdida de materiales.

Primeramente, se intentó ser más rigurosos en la recepción de materiales, pero al ser parte del proceso, siempre queda como pérdida por un mal proceso anterior al proceso de guacamol.

El problema de las mermas de la materia prima se puede mejorar llevando un control desde el ingreso del material, almacenamiento, maduración y despacho a producción, con dicho sistema de control se espera reducir el porcentaje de desperdicio.

3.2. Descripción del problema

Es verdaderamente alta la cantidad de producto que se descarta por cada producción realizada por lo que el problema central es la generación de mermas no contempladas dentro del proceso productivo de guacamol.

El proceso como tal, al no tener contemplado la pérdida de materiales se genera costos no contemplados.

Para realizar un análisis completo de la merma se debe contemplar el antes, durante y después.

Antes del proceso productivo: recepción, almacenamiento y entrega a producción.

Durante el proceso: producto que queda almacenado en tuberías, materiales por inicio o paro de maquinaria.

Después de proceso: Almacenamiento, unidades con golpes, mal selladas u oxidadas.

3.3. Formulación del problema

Para lograr un detalle minucioso y detectar el problema principal sobre la generación de mermas en la transformación a producto terminado y sus desafíos, se logra plantear los siguientes cuestionamientos.

- **Pregunta central**

¿De qué manera disminuir el porcentaje de mermas en una empresa de la industria alimenticia, implementando un sistema de control en el proceso productivo del guacamol?

- **Preguntas auxiliares**

- ¿Cuál es el porcentaje estimado de merma generada en todo el sistema productivo de guacamol?
- ¿En qué parte del proceso se genera al mayor porcentaje de mermas?
- ¿Cuál es el impacto de no considerar todos los factores o procesos que generan un desperdicio (merma)?
- ¿Cuánto se genera de merma en una producción de guacamol?

3.4. Delimitación del problema

Con el desarrollo del problema se requiere cuantificar los desperdicios mínimos en el proceso productivo de guacamol, contemplando todos los factores influyentes en el proceso, con el propósito de optimizar y tener el máximo de aprovechamiento de los materiales y materias primas, manteniendo la calidad.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se encuentra enmarcado en la línea de investigación de metodologías de producción, esto debido a que se desarrollará un sistema de control, en donde se identificarán los puntos del proceso donde se generan mermas no contempladas, contemplando maquinaria, método, mano de obra, medio ambiente, materia prima y medición.

En la industria de alimentos y en cualquier proceso productivo es importante maximizar el rendimiento de los materiales, máquinas, mano de obra, materias primas y procesos, para lograr una alta productividad y ser eficientes.

En el proceso de transformación de materia prima a producto terminado se tiene un factor muy importante que se debe contemplar y analizar, el cual es la generación de mermas.

La merma se puede generar en diferentes etapas del proceso productivo, un producto perecedero puede tener mermas desde su ingreso a planta, durante el proceso de transformación y después del proceso de producción, por lo que se evidenciará en qué parte del proceso de guacamol se concentra la generación de merma.

El desarrollo de la investigación se enlaza directamente con las metodologías de producción, debido a que se trabajará con la creación de un sistema de control, evitando la generación de merma o pérdidas innecesarias dentro del proceso productivo de guacamol.

Cabe mencionar que este análisis es de mucha importancia debido al alto impacto sobre el producto final, con este sistema de control se mejora el rendimiento y se evidencian los costos escondidos sobre la generación de mermas dentro del proceso productivo.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Diseñar un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de la empresa aguacatera.

5.2. Específicos

- Cuantificar el porcentaje de merma en un periodo de seis meses para el proceso de guacamol contemplando todo el sistema productivo, para tener una cuantificación de la misma y definir los indicadores de pérdida actual.
- Identificar los puntos críticos del proceso productivo que generan merma y categorizar en función de la cantidad de merma generada.
- Entender las causas de la generación de mermas en el proceso de guacamol contemplando todos los factores del proceso y definir posibles puntos de mejora.
- Definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

Con la implementación de un sistema de control en el proceso productivo de guacamol, se espera reducir el porcentaje de merma que actualmente se tiene en dicho proceso, con esto reflejará una disminución de costos escondidos y ser más eficiente en el proceso productivo de guacamol.

Para desarrollar un sistema de control se realizará un análisis completo, detallando cada uno de los procesos que conlleva todo el sistema productivo, detallando el porcentaje de pérdida actual de los mismos, con este se evidenciará las posibles causas que hacen efecto sobre el producto y sobre eso se trabajará para la reducción de la merma.

Se debe conocer la fisiología del aguacate Hass para lograr demostrar la pérdida de peso en el proceso de almacenamiento, con esto se detallará y se dejará evidenciada la pérdida natural del peso.

Evidenciando las causas se desarrollará un sistema de control el cual ayudará a controlar esas pérdidas.

Conforme a esto, la propuesta de investigación planteada se dividirá en 3 fases tales como se detallan a continuación:

En la fase 1, se tomará toda información relacionada con el proceso de producción de guacamol actual, identificando y categorizando la generación de merma, para esto se utilizarán las herramientas tales como diagramas de control,

diagrama de Pareto, diagrama de barras y un análisis de costos, con el fin de evidenciar la situación actual.

En la fase 2, con las evidencias de la fase número 1 se realizará un análisis de las posibles causas y efectos que comprometen al proceso de producción y al fruto.

Fase 3, se definirá una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol, para esto se utilizará un análisis de costos para evidenciar la mejora del proceso.

Tabla I. **Descripción de fases y herramientas para su desarrollo.**

Fase	Objetivo	Herramientas	Tiempo requerido
1	<p>Revisión documental, recopilación de datos históricos, toma de datos actuales y análisis del estado actual.</p> <p>Cuantificar el porcentaje de merma para el proceso de guacamol contemplando todo el sistema productivo.</p> <p>Categorizar la concentración de mermas dentro del sistema del proceso de guacamol.</p> <p>Entender causalidades de la generación de mermas en el proceso de guacamol.</p>	<p>Diagramas de control.</p> <p>Diagrama de Pareto.</p> <p>Gráfico de barras</p>	de 2 meses
2	<p>Determinación de las causas, elaboración de diagramas de causa y efectos, estimando los efectos de los diferentes procesos que generan merma.</p>	<p>Diagrama Ishikawa.</p>	de 2 meses

Continuación de tabla 1: Descripción de fases y herramientas para su desarrollo

3	Definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas en la fase 2 sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol.	Diagramas control.	de 1 mes
4	Realización de plan del trabajo, para la aplicación de la propuesta.	Diagramas control	de 1 mes
5	Evaluación de cambios diagnósticos del cambio	Redacción resultados, conclusiones, recomendaciones e informe final.	de 1 mes

Fuente: Elaboración propia

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Producción en la industria de alimentos

La industria alimentaria tiene como propósito satisfacer la demanda de los consumidores, por medio de la creación de productos para el consumo humano, todo producto terminado o semi terminado, todo alimento comercializado se debe regir por la norma técnica guatemalteca (Comisión guatemalteca de Normas, 1995).

7.1.1. Inocuidad alimentaria HACCP

La norma técnica guatemalteca COGUANOR se basa en el sistema HACCP los cuales se dividen en siete principios para la inocuidad alimentaria.

El sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) puede utilizar a en la cadena del proceso alimentario, desde la materia prima, transformación, almacenaje y el cliente final, su uso deberá justificarse en pruebas y estas deberán justificarse de forma científica y comprobar que no existen amenazas para la salud del consumidor.

“Además de asegurar el peligro en los alimentos, el empleo del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP) puede brindar otros méritos relevantes, facilitar así mismo el control por parte de la comisión guatemalteca de normas” (COGUANOR, 1995, p. 3).

7.1.1.1. Principio 1: Realizar un análisis de peligros

En esta etapa es donde se debe examinar todo el flujo del proceso para la identificación de los posibles peligros latentes que pueden ocurrir durante cada uno de los procesos.

En este primer principio se debe tomar en cuenta todos los materiales e insumos, tales como: insumos secos, insumos perecederos, material de empaque, materia prima y productos semi procesados.

Para realizar el análisis de peligro se debe realizar en función de la frecuencia que puede ocurrir y el riesgo al consumidor.

El análisis de peligro se realizará con una matriz de riesgo, para estimar la ocurrencia que pase y la gravedad de su efecto, y con esta matriz se evidenciará el peligro con mayor significado.

7.1.1.2. Principio 2: Determinar los puntos críticos y control PCC

Al tener contemplado los riesgos y efectos, se tomará medidas de control, las medidas de control son para eliminar el peligro de inocuidad en el producto terminado o reducir a medidas aceptables para el consumidor.

Existen tres tipos de peligros en la industria alimentaria los cuales son:

- Físicos
- Químicos
- Biológicos

- Peligro físico

Se puede controlar desde que el producto ingresa y en todo el flujo del producto en planta.

Como por ejemplo controles en la recepción de materias primas, insumos y materiales, controles en proceso tales como detector de metales, rayos, filtraciones entre otros.

- Químicos

Dentro de la matriz de riesgos se debe existir un apartado para la evaluación del proveedor, por lo que al ser aceptado debe cumplir con todos los criterios relacionados con la inocuidad de los materiales e ingredientes, en la declaración del proveedor debe existir la ausencia de químicos dañinos para el consumidor.

En el flujo del producto dentro de planta se puede controlar con el aislamiento de químicos, identificación de áreas, el correcto descarte de contaminantes tóxicos entre otros.

- Biológicos

Los contaminantes microbiológicos se pueden reducir y controlar con procesos térmicos (congelamiento o enfriamiento), acidificación, deshidratación, limpieza y desinfección entre otros.

7.1.1.3. Principio 3: Establecer el límite crítico

Se debe fijar un límite que asegure la seguridad alimentaria del punto crítico de control establecido en el principio 2, es importante que el equipo HACCP conozca el proceso, normas legales y comerciales exigidas para establecer los límites para el producto.

7.1.1.4. Principio 4: Establecimiento de un sistema de control para el PCC

Ya fijado el límite para el punto crítico establecido, este se debe monitorear con una secuencia planificada.

Los datos obtenidos durante la vigilancia del punto crítico deben ser evaluados, para aplicar medidas correctivas cuando estos valores están fuera del límite crítico.

Con el monitoreo garantizamos que el producto es consumible y cumple con el plan HACCP.

7.1.1.5. Principio 5: Establecimiento de medidas correctivas

Cuando el punto monitoreado refleje desviaciones se debe realizar una acción correctiva, el producto al no cumplir con el límite crítico se debe separar y aislar debido a que no se puede garantizar la inocuidad.

“Cualquier acción a ser tomada, cuando los resultados del monitoreo del PCC indiquen una pérdida de control” (COGUANOR, 1995, p. 9).

7.1.1.6. Principio 6: Establecimiento de procedimientos de comprobación

Aun teniendo el plan HACCP no se garantiza su eficiencia, por lo que se deben aplicar procedimientos de verificación para evaluar la eficiencia del plan.

En la comprobación se pueden detectar desviaciones en el producto, cambios en el mismo, nuevos peligros entre otros.

Estas comprobaciones pueden ser realizadas por el equipo HACCP, clientes, auditores externos, personal interno de la empresa entre otros.

"La aplicación de métodos, procedimientos, pruebas y otras evaluaciones, además de monitoreo, para determinar el cumplimiento del plan HACCP" (COGUANOR, 1995, p. 10).

7.1.1.7. Principio 7: Establecimiento de un sistema de documentación y registros

Un registro es parte de un monitoreo, un registro es evidencia ante una acción o una desviación en el proceso.

7.2. Generalidades del aguacate Hass

El ministerio de cultura, ganadería y alimentación (MAGA, 2014, p. 6) apunta que los mercados del aguacate en Centroamérica han sido los más importantes para la producción de Guatemala, donde tradicionalmente se ha podido tener una presencia parcialmente

permanente, básicamente en los mercados donde normalmente se ha exportado el producto a países centroamericanos.

“Guatemala es uno de los centros de origen del aguacate en el mundo y tiene un gran potencial para ofrecer diferentes variedades en el mercado internacional, entre las que se exportan están las Hass y la Booth-8”. (MAGA, 2014, p. 1).

7.2.1. Principales departamentos productores de aguacate Hass en Guatemala

La industria nacional de aguacate Hass se encuentra localizada mayormente en los departamentos de: San Marcos (15 %), Chimaltenango (12 %), Quiché (10 %), Huehuetenango (7 %), Sololá (7 %), Sacatepéquez (7 %), Alta Verapaz (6 %), Petén (6 %) y los demás departamentos de la República suman el (30 %) restante.

El 61.4 % de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Quiché (16.1 %), San Marcos (9.7 %), Sololá (8.0 %), Totonicapán (7.4 %), Chimaltenango (6.8 %), Huehuetenango (6.7 %) y Guatemala (6.7 %). Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA, 2013, p. 28).

7.2.2. Uso del aguacate en la industria

El aguacate Hass se ha conocido por sus diferentes usos: tanto como cáscaras, el hueso y la pulpa, de estas se hace extracción de aceites, el cual se le conoce como un aceite de alta calidad en el mercado comparándolo con el aceite de oliva; igualmente es utilizada como material en la elaboración de

maquillaje como pomadas para el cabello, aceites. Pero su principal forma de consumo es la adquisición del fruto, es teniendo un grado de madurez maduro o aguacate procesado, situación conveniente en el ser humano debido a su alto contenido de nutrientes del aguacate, y algo a considerar es que contiene aceite favorable para el cuerpo humano.

Miguel Ortega, desarrolla una tabla donde refleja los valores nutricionales del aguacate Hass.

“El Aguacate Hass aporta básicamente todas las vitaminas requeridas, la pulpa es ideal para las personas con colesterol alto. Destacándose el importante porcentaje de ácido ascórbico, que potencializa el poder antioxidante de los tocoferoles presentes en la vitamina E”. (Ortega, 2003, p. 478)

Tabla II. **Aporte nutricional del aguacate Hass**

Vitaminas	Contenido en 100 gr. De aguacate	Rda (*)	% de la rda. Cubiertas por 100 gr. De aguacate
Vitamina a	85.00 mg	900.00 mg	9.40
Vitamina d	10.00 mg	5.00 mg	200.00
Vitamina e	3.00 mg	9.00 mg	33.00
Vitamina k	8.00 mg	110.00 mg	7.30
Vitamina b1	0.11 mg	1.40 mg	7.80
Vitamina b2	0.20 mg	1.60 mg	12.50
Vitamina b6	0.45 mg	2.10 mg	21.40
Niacina	1.60 mg	16.00 mg	10.00
Ac. Pantotenico	1.00 mg	5.50 mg	18.20
Biotina	10.00 mg	100.00 mg	10.00
Acido fólico	35.00 mg	200.00 mg	16.00
Vitamina c	14.00 mg	60.00 mg	23.30

Fuente: Ortega, *Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass*, (2003), p. 747.

7.2.3. Clasificación del aguacate

El Aguacate Hass deberá ser característicos de la variedad. No deberán tener defectos mayores, únicamente defectos superficiales no afectando a la pulpa y cuando no afecten al aspecto general del fruto, su calidad y estado de conservación.

El pedúnculo deberá estar intacto, este al no estar, la pulpa puede ser afectada en su proceso de maduración.

Algo que caracteriza a el aguacate Hass es el tamaño del hueso (semilla), está habitualmente es pequeña en comparación a su tamaño.

7.2.3.1. Principales daños del aguacate Hass

Existen diversos daños que afectan la calidad en el aguacate, estos pueden ser provocados desde fincas, como por ejemplo malas prácticas agrícolas, en la cosecha y en el transporte, así también en toda la cadena de proceso, los daños más comunes se describen en los siguientes puntos.

- Daño lenticelar

Las lenticelas son los poros ligeramente elevados en la superficie de la piel de un aguacate Hass, que permiten que el fruto “respire”.

El daño da como resultado la pigmentación oscura en pequeñas partes de la cáscara. Estas áreas también pueden volverse más sensibles a las bajas temperaturas, dando como resultado la aparición de síntomas de lesiones por frío.

La principal causa de daño a las lenticelas es el manejo brusco durante el proceso de cosecha. La susceptibilidad de las lenticelas al daño, a veces también aumenta por el clima frío y húmedo durante o inmediatamente antes de la cosecha.

Todos los aguacates poseen lenticelas, por lo que es necesario especificar que las lenticelas son daños superficiales. Los síntomas del daño de las lenticelas pueden desarrollarse días a semanas después de que las frutas hayan sido envasadas y consideradas de calidad de exportación satisfactoria.

El daño de las lenticelas es puramente un defecto cosmético que no afecta la calidad de la alimentación. No hay evidencia concreta de que los frutos dañados por lenticelas sean más propensos a desarrollar infecciones patológicas secundarias (Mission avocados, 2017).

Figura 1. **Daño de lenticela en el aguacate**



Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-03.

- Daño por golpe de frío

Este es el término utilizado por la industria sudafricana del aguacate Hass para referirse a lo que generalmente es un daño por frío externo postcosecha, caracterizado por lesiones o marcas brillantes de color marrón oscuro a negro en la piel del aguacate, la mayoría comúnmente es al extremo del tronco de la fruta. Las lesiones son levemente hundidas y tienen bordes claramente definidos. El síntoma comienza a desarrollarse a los pocos días de empacar, y casi siempre es visible de inmediato a su llegada a Europa. La lesión por frío puede ocurrir tanto en estado verde como en un grado de madurez un tanto más avanzado, aunque con un grado de madurez maduro es un tanto difícil de percibir este tipo de daño en el fruto. El color púrpura a negro de la piel de Hass maduro generalmente enmascara el síntoma (Rodríguez y Henao, 2016, p. S915).

La causa principal del daño por frío es el transporte de aguacates a temperaturas inapropiadamente bajas. Pero también existe el riesgo de que los aguacates duros, desarrollen una lesión por resfriado negro cuando se almacena en condiciones excesivamente frías.

La causa más común de cierta las frutas que son más propensas a sufrir lesiones por frío negro, son la inmadurez fisiológica de la fruta en el momento de la cosecha. A medida que los aguacates se vuelven fisiológicamente más maduros antes de la cosecha, su contenido de aceite aumenta y el contenido de humedad disminuye, y en el proceso se vuelven menos susceptibles a una menor postcosecha temperaturas.

Figura 2. **Quemadura por frío**



Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-08.

- **Pedúnculo y hongo**

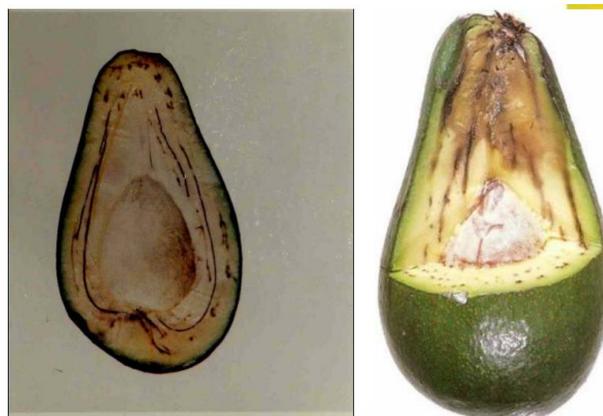
La pudrición del tallo afecta el extremo de la fruta y a menudo es causada por los mismos hongos que causan infecciones por antracnosis en otras partes de la fruta. Pudrición del tallo se caracteriza externamente por un pardeamiento de la piel rodeando el tallo final de la fruta.

Los hongos ingresan a la fruta a través del extremo cortado del pedúnculo u otros sitios de lesión causada a esa parte del fruto

Durante se etapa de madurez tienen muchas más probabilidades de verse afectados por la pudrición del tallo, una de las razones es que el aguacate Hass absorbe el oxígeno permite que el patógeno se desarrollarse. La pudrición del tallo a menudo también afecta a la fibra vascular, lo que resulta en síntomas de pardeamiento enzimático.

Cuando se observan altos porcentajes de este defecto, lo más probable es que los frutos estaban poco maduros cuando se cosecharon. La incidencia de la pudrición del tallo también es una indicación de un control inadecuado de la enfermedad en el huerto, dicho daño afecta a la calidad del aguacate Hass.

Figura 3. **Daño por hongo**



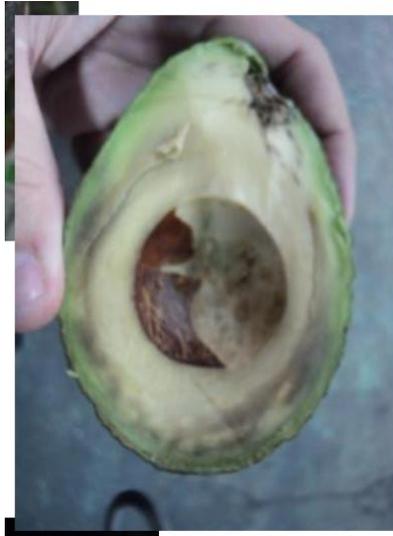
Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-02.

- Pulpa de pigmentación gris

El defecto más común de este tipo, y el único que se discutirá en este artículo, es lo que se denomina Pulpa gris, también conocida como pardeamiento interno y (con menor precisión) lesión por enfriamiento interno. Se caracteriza por una decoloración gris de la pulpa del aguacate Hass y es más pronunciada, por lo tanto, más comúnmente observado en frutos maduros.

Varios factores pueden contribuir al desarrollo de pulpa gris en aguacates Hass, el más importante de estos siendo un manejo incorrecto de la temperatura, almacenamiento en frío prolongado su madurez fisiológica del fruto. Con mucho, la causa más común de pulpa gris es sobre madurez fisiológica.

Figura 4. **Pulpa grisácea**



Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-08.

- Daño por antracnosis

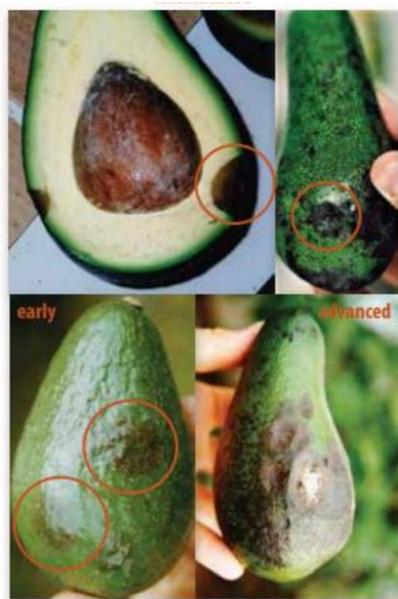
Olaeta, J. indica que la antracnosis es el término para describir las infecciones causadas por hongos del género *Colletotrichum*. Sin embargo, en frutos de aguacate Hass y otros los hongos también pueden estar involucrados en infecciones secundarias con apariencia similar.

La antracnosis comúnmente se desarrolla en frutos demasiado maduros y también puede desarrollarse en tránsito.

Las primeras etapas de las infecciones por antracnosis son caracterizadas por lesiones externas circulares de color marrón a tonalidades negras que pueden hundirse y exhibir un color blanco desarrollo de hongos en el centro de

la lesión durante las etapas avanzadas de la infección. Internamente, las infecciones que penetran el exocarpio se caracterizan por una decoloración en forma de media luna de la pulpa.

Figura 5. **Daño por antracnosis**



Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-02.

7.2.3.2. **Categoría 1 del aguacate**

El fruto de esta categoría deberá ser fruto de buen tamaño y de la mejor calidad en el mercado, quiere decir que el daño del fruto debe ser no mayor a un 5 % del fruto.

“El 5 % debe representarse en daño que no afecten la estructura del fruto y no comprometan a la calidad de la pulpa” (FAO/OMS, 1995, p. 3).

Los daños como roce, lenticela, mordedura de trips (MDT), roña leve entre otros, cabe mencionar que todo aguacate debe contar con el pedúnculo no mayor a 0.5 cm.

7.2.3.3. Categoría 2 del aguacate

Esta clasificación es para el fruto con un daño mayor al 5 %, siempre y cuando no se comprometa la calidad de la pulpa; dentro de esta categoría pueden quedar daños como quemaduras de sol, deformaciones naturales, roña, lenticela, mordedura de trips entre otros, cabe mencionar que todo aguacate debe contar con pedúnculo, este debe ser no mayor a 0.5 cm.

7.2.4. Características fisicoquímicas del aguacate Hass

El aguacate está considerado como una fruta climatérica, a diferencia de muchas otras frutas que maduran en árbol, el aguacate tiene la propiedad que después de ser cosechados este inicia su proceso de madurez.

“Una de las características que tiene un fruto climatérico es la generación propia del etileno natural y su cantidad de CO₂ la cual se le denomina tasa de respiración” (Márquez y Vepes, 2014, p. 35). El etileno es una hormona vegetal, la cual se da en forma de gas, ayudando a la maduración del aguacate.

De acuerdo a Mission (2017) la generación de etileno en el aguacate Hass, se describen como un proceso “auto catalítico”, esto quiere decir, la exposición de una concentración inicial de etileno hace que el fruto produzca mayores cantidades hasta alcanzar una concentración máxima, reaccionando en una maduración prematura.

Las maduraciones con las que se trabaja el aguacate dependen de la presión de la pulpa. Esto se refiere a la capacidad que tiene la pulpa de resistir una determinada presión.

Esta presión va de los 0 kg/0.5 cm² a los 22 kg/0.5 cm². Cuando se tiene mucha mayor resistencia menos madura estará el fruto.

En general, estos rangos se pueden clasificar como verde o verde con color y entre menos resistencia a la presión tenga el fruto, este se clasificará como maduro o sarazo.

7.2.4.1. Etapas de maduración del aguacate

- Etapa 1 Verde / dura: fresca del árbol de la fruta es muy dura no cede a la presión.
- Etapa 2 Pre acondicionada / Con color: el proceso de maduración está en marcha, la fruta es firme, pero cede ligeramente a la presión.
- Etapa 3 Rompimiento / Sarazo: la fruta es óptima para rebanar y cortar, cede ligeramente a presión.
- Etapa 4 Maduro / oscuro: el fruto está Listo para ser procesado y listo para el consumo.

Figura 6. **Etapas de maduración del aguacate**



Fuente: Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, p. CLAS-14.

7.3. Calidad del guacamol

El aguacate procesado como producto terminado debe cumplir con los estándares de calidad, esto inicia desde calidad de su materia prima y todos materiales empleados en toda la cadena de proceso.

Todo producto para consumo debe cumplir con características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas.

7.3.1. Características sensoriales

En una entrevista la licenciada Nora Barda indicaba que:

Detrás de cada alimento que nos llevamos a la boca existen múltiples procedimientos para hacerlos apetecibles y de buena calidad para el consumo. Uno de estos aspectos es el análisis sensorial, que consiste en evaluar las propiedades organolépticas de los productos -es decir, todo lo

que se puede percibir por los sentidos-, y determinar su aceptación por el consumidor. (Barda, 2007, p. 34)

La evaluación sensorial del alimento se realiza por medio de los sentidos como por ejemplo el tacto, vista, oído, gusto y olfato; estas pruebas deben realizarse por personal calificado y con experiencia en el alimento evaluado.

En guacamol se evalúa el color, olor, sabor y textura característica, así también se evalúan los insumos empleados para determinar la calidad del insumo.

7.3.2. Características fisicoquímicas

Las evaluaciones fisicoquímicas van relacionadas con el tipo de producto que se esté realizando o el proceso y otras variables, en el guacamol se evalúan el pH y la concentración de sal, la concentración de sal se evaluara cuando lo requiera el proceso.

El aguacate al ser una fruta que reacciona con el oxígeno del ambiente necesita un conservante natural, este lo proporciona el jugo de limón. El pH del guacamol debe tener una lectura baja, al tener una lectura fuera de lo aceptable comprometerá la calidad del producto terminado teniendo una reacción enzimática.

7.3.3. Características microbiológicas

El principio microbiológico para un producto terminado define ser aceptado para su consumo hasta cumplir con la ausencia de microorganismos patógenos.

Las muestras microbiológicas del producto terminado son tomadas o proporcionadas directamente de la línea de proceso de guacamol o de bodega de almacenamiento, según lote de producción diaria.

La administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica describe a las características microbiológicas como la evaluación que se hace de la inocuidad de la comida y de su capacidad para el consumo humano a través de la ejecución del criterio microbiológico (ANMAT, 2007, p. 6).

7.4. Productividad en la industria alimentaria

La productividad se define como la relación de lo utilizado y lo producido, es la utilización de los recursos para obtener un guacamol.

Entre más alto sea la productividad del proceso en el proceso de guacamol menor será el tiempo empleado y los insumos utilizados para obtener el guacamol terminado, a veces la productividad se considera como el uso de recursos, como la mano de obra, materia prima y maquinarias (Carro y González, 2006, p. 3).

“El principal indicador del mejoramiento de la productividad es una relación decreciente del insumo al producto a una calidad constante o mejorada” (Jared y Pavón, 2012, p. 7).

Eficiencia: grado de eficacia con que se utilizan los recursos para crear un producto útil, es lograr el un objetivo en el menor tiempo o recurso empleado.

Eficacia: objetivo logrado con el recurso posible.

7.4.1. Merma en un proceso productivo

El desperdicio en un proceso se puede generar en cualquier parte de la elaboración del guacamol, como por ejemplo se puede generar por un mal ajuste a la maquinaria, una mala manipulación de la materia prima, materia prima que no cumple con la calidad requerida, un mal método de operación o un ambiente no controlado donde el proceso este siendo afectado.

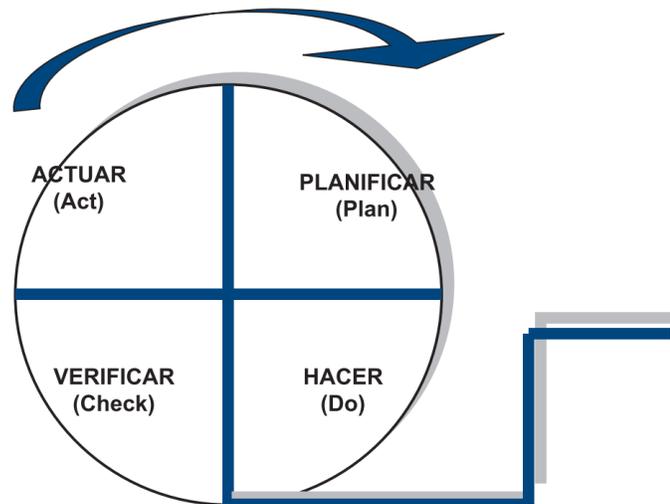
La pérdida del peso natural es un factor importante a tomar en cuenta debido a que al no tener una estimación se pueden generar costos escondidos, en la producción de guacamol se debe contemplar desde la etapa de ingreso de la materia prima hasta su salida como producto terminado.

7.4.2. Mejora continua

Todo proceso cuantificable se puede mejorar de una forma gradual, para lograr una mejora se tiene una herramienta el cual se conoce como PDCA creada por Edwards Deming, el cual consta de un ciclo de mejora, este ciclo se compone de cuatro etapas, tales como: 1. Planificar, 2. Realizar, 3. Comprobar y 4. Actuar.

La utilización del ciclo PDCA en la resolución de problemas permite conocer las causas que los generan, para después atacar y de esta forma disminuir o erradicar los efectos que influyen de manera directa o indirecta, obteniendo una mayor efectividad en el desempeño.

Figura 7. **Ciclo Deming**



Fuente: IUNT Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad*, p. 10.

De acuerdo al Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009) el objetivo de esta fase es recolectar información, generando una base datos actuales y comprender es estado actual del proceso, luego proyectar el método adecuado para lograr una solución al problema y las posibles medidas correctivas mediante la formulación de objetivos y planes de implementación.

7.4.2.1. Realizar

El plan estará compuesto por las actividades necesarias para desarrollar los objetivos formulados en el plan de mejora. Posteriormente se recolectan los datos, una vez definidas sus fuentes, para proceder a su procesamiento y poder así evaluar los resultados

Esta fase tiene como objetivo ejecutar las acciones planeadas que se proyectaron en la fase anterior.

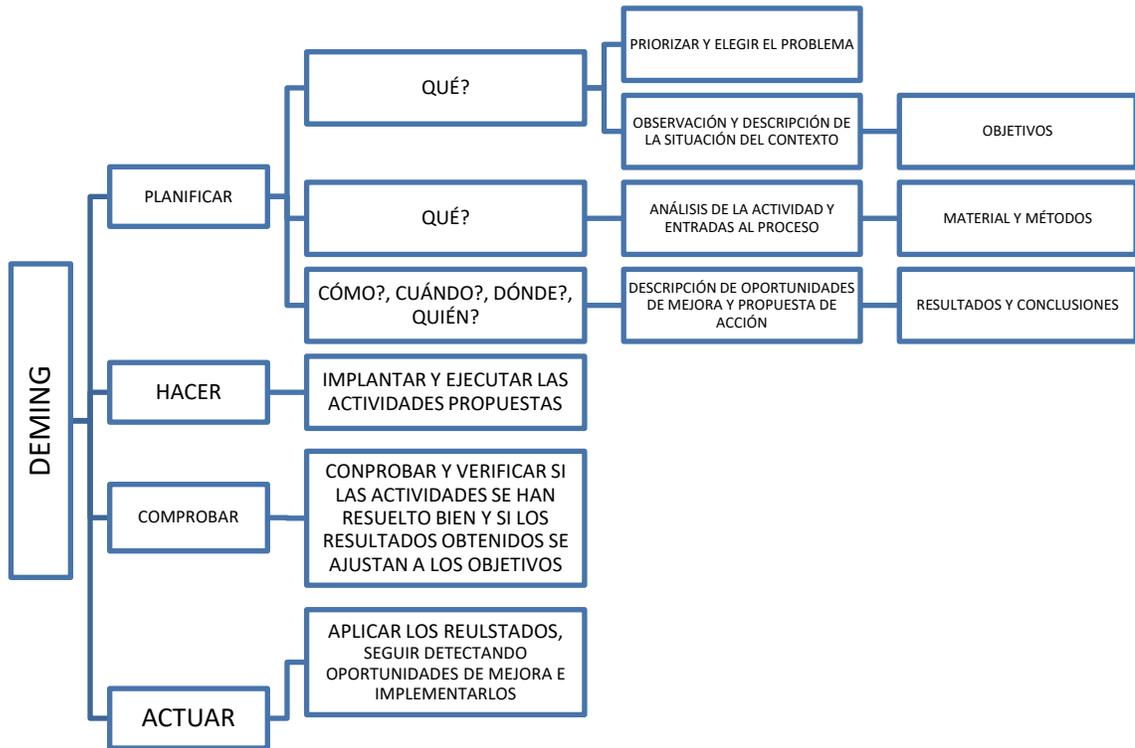
7.4.2.2. Comprobar

En esta fase se harán verificaciones y comprobaciones de los resultados obtenidos con los esperados, analizando las causas de las desviaciones detectadas; por lo que el Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009) indica que se tomarán los objetivos formulados en la fase de planificación y se evaluará según el cumplimiento de los estándares, en el caso de que no se logren los objetivos planteados se deber realizar una nueva planificación.

7.4.2.3. Actuar

Se abordará la acción de establecer las medidas correctivas que eliminen o minimicen las causas de rendimiento insatisfactorio, esto asegurará la estandarización y el mantenimiento de las nuevas medidas y, por último, se planificarán nuevas acciones sobre los resultados indeseables que persistan, buscando de manera continua nuevas oportunidades de mejora y controlar los procesos.

Figura 8. Enfoque del ciclo de Deming



Fuente: IUNT, Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad Planificar*, p. 10-11.

7.4.3. Análisis de causa y efecto

Con la ayuda del diagrama de causa y efecto se tendrán de forma gráfica una descripción de las posibles causas a la generación de mermas, de las cuales pueden ser controlables.

El diagrama de causa y efecto se utiliza para:

- Analizar las relaciones causa y efecto.
- Comunicar las relaciones causa y efecto

- Facilitar la resolución de problemas desde el síntoma, pasando por la causa hasta la posible solución

Según el IUNT Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009) en la aplicación de este diagrama se podrá apreciar fácilmente todos los elementos que pueden ser controladas usando diferentes métodos, así mismo permite reflejar las causas que afectan una situación.

7.4.3.1. Metodología de aplicación

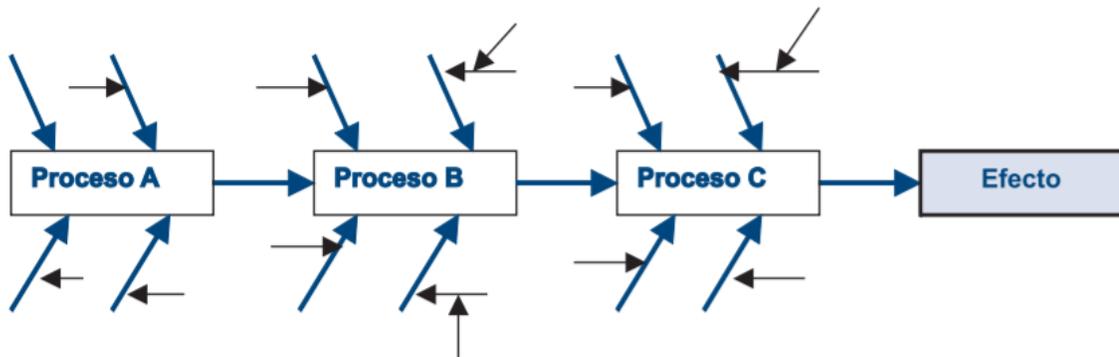
El diagrama de causa y efecto se desarrolla por etapas las cuales se reflejan más adelante.

Como principal punto es definir cuál es el efecto o el problema raíz si no es claro el problema se puede realizar una lluvia de ideas, esto para mejorar el desarrollo.

Reflejar los principales factores que tienen relación hacia el efecto, en un proceso se puede desarrollar con la metodología de las 4 m's, mano de obra (personal operativo), maquinaria (equipos), método (tecnología y herramienta a utilizar), materiales (materia prima) y medio ambiente (entorno donde se realizar el proceso).

Teniendo los factores relacionados con el efecto, se escribe sobre cada rama, estos se llamarán factores secundarios y sobre estos se pueden localizar los factores terciarios.

Figura 9. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: IUNT, Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad Planificar*, p. 24.

7.5. Análisis del procedimiento

Para el desarrollo del análisis se utilizarán métodos y técnicas, como por ejemplo las tomas de muestras aleatorias del fruto para determinar el porcentaje de materia seca y porcentaje de aceite, estas muestras serán provenientes de diferentes fincas por lo cual cada muestra estarán en diferentes condiciones de alturas y temperaturas, con los datos del porcentaje de materia seca y porcentaje de aceite se realizará un monitoreo en bodegas para verificar el comportamiento del fruto, la cual se reflejarán con un histograma y un diagrama de dispersión.

Tomando en cuenta que el aguacate Hass tiene las características de ser climatérico, esto quiere decir que no genera etileno durante su crecimiento estando en el árbol, sin embargo, al realizarse la cosecha el fruto inicia su proceso de maduración, generando una alta generación de etileno. Herrera et al. (2017), por lo que se tomarán muestras para el control de la pérdida de peso natural.

El aguacate procesado como producto terminado debe cumplir con los estándares de calidad, esto inicia desde su materia prima y todos materiales empleados en toda la cadena de proceso.

Se realizará un muestreo del guacamol tomando 400 gramos de un lote en donde se analizará el pH y su grado de concentración de sal y paralelo a su análisis fisicoquímico se evaluarán sus propiedades organolépticas.

Las evaluaciones fisicoquímicas van relacionadas con el tipo de producto que se esté realizando o el proceso y otras variables, en el guacamol se evalúan el pH y la concentración de sal, la concentración de sal se evaluara cuando lo requiera el proceso.

“Los productos alimenticios derivados del aguacate como lo es el guacamole, tienen una vida útil muy corta (5-7 días) debido a su pH neutro (6.3-6.6) y algunos efectos enzimáticos particularmente del polifenol oxidasa y la lipoxigenasa” (Tonello, 2017, p. 447).

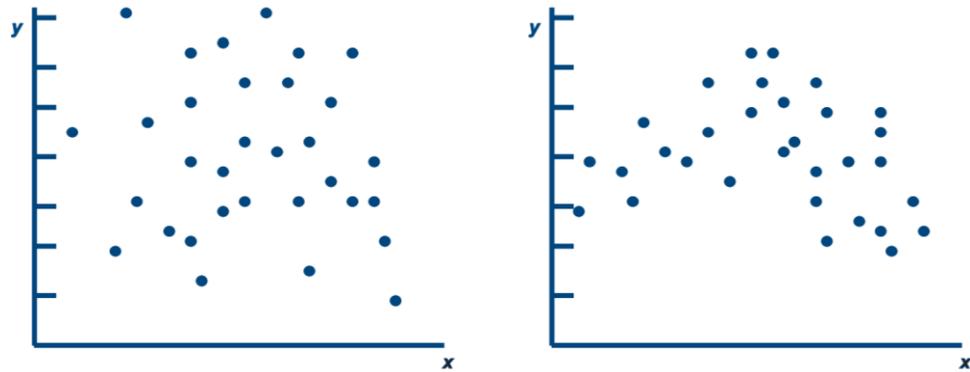
El aguacate al ser una fruta que reacciona con el oxígeno del ambiente necesita un conservante natural, este lo proporciona el jugo de limón; el pH del guacamol debe tener una lectura baja para mantener su conservación, al tener una lectura fuera de lo aceptable comprometerá la calidad del producto terminado teniendo una reacción enzimática.

7.5.1. Diagrama de dispersión

Se utiliza para mostrar el efecto de un factor y una variable en función de otro factor u otro variable de un producto obtenido o de un proceso, para observar

si están interrelacionados, con el diagrama de dispersión se utilizará para reflejar el porcentaje de materia seca en relación a su aceite.

Figura 10. **Diagrama de dispersión**

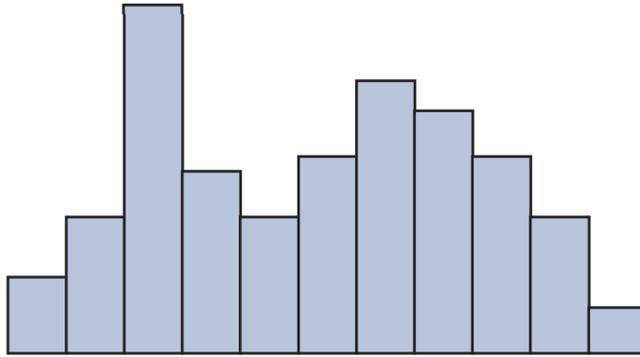


Fuente: IUNT, Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad Planificar*, p. 48.

7.5.2. Histograma

El histograma se representa con barras verticales, donde se muestra la asignación de frecuencias correspondiente a datos recolectados, ordenados por categoría o clase, su apariencia dependerá de la distribución de las frecuencias de los datos recolectados, pero permanecen en continuidad.

Figura 11. **Histograma**



Fuente: IUNT, Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad Planificar*, p. 46.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO REFERENCIAL

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Producción en la industria de alimentos

2.1.1. Inocuidad alimentaria HACCP

2.1.1.1. Principio 1: Realizar un análisis de peligros

2.1.1.2. Principio 2: Determinar los puntos críticos y control PCC

2.1.1.3. Principio 3: Establecer el límite crítico

2.1.1.4. Principio 4: Establecimiento de un sistema de control para el PCC

2.1.1.5. Principio 5: Establecimiento de medidas correctivas

2.1.1.6. Principio 6: Establecimiento de procedimientos de comprobación

- 2.1.1.7. Principio 7: Establecimiento de un sistema de documentación y registros
- 2.2. Generalidades del aguacate Hass
 - 2.2.1. Principales departamentos productores de aguacate Hass en Guatemala
 - 2.2.2. Uso del aguacate en la industria
 - 2.2.3. Clasificación del aguacate
 - 2.2.3.1. Principales daños del aguacate Hass
 - 2.2.3.2. Categoría 1 del aguacate
 - 2.2.3.3. Categoría 2 del aguacate
 - 2.2.4. Características fisicoquímicas del aguacate Hass
 - 2.2.4.1. Etapas de maduración del aguacate
- 2.3. Calidad del guacamol
 - 2.3.1. Características sensoriales
 - 2.3.2. Características fisicoquímicas
 - 2.3.3. Características microbiológicas
- 2.4. Productividad en la industria alimentaria
 - 2.4.1. Merma en un proceso productivo
 - 2.4.2. Mejora continua
 - 2.4.2.1. Planificar
 - 2.4.2.2. Realizar
 - 2.4.2.3. Comprobar
 - 2.4.2.4. Actuar
 - 2.4.3. Análisis de causa y efecto
 - 2.4.3.1. Metodología de aplicación
- 2.5. Análisis del procedimiento
 - 2.5.1. Diagrama de dispersión
 - 2.5.2. Histograma

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Cuantificar el porcentaje de merma para el proceso de guacamol contemplado todo el sistema productivo y definir los indicadores de la pérdida actual
 - 4.1.1. Diagrama de proceso
 - 4.1.2. Materia prima
 - 4.1.2.1. Temporada del aguacate Hass
 - 4.1.3. Insumos secos
 - 4.1.4. Material de empaque
 - 4.1.5. Insumos semiprocesados
 - 4.2. Identificar los puntos críticos del proceso productivo que generan merma y categorizar en función de la cantidad de merma generada
 - 4.2.1. Factores externos
 - 4.2.1.1. Análisis del proceso de recepción (Frescos)
 - 4.2.1.2. Análisis del proceso de clasificación
 - 4.2.1.3. Análisis del proceso de almacenaje
 - 4.2.1.4. Análisis del proceso de maduración
 - 4.2.2. Factores internos
 - 4.2.2.1. Análisis del proceso de recepción (guacamol)
 - 4.2.2.2. Análisis del proceso del corte y despulpe del aguacate Hass
 - 4.3. Entender las causas de la generación de mermas en el proceso de guacamol contemplando los factores del proceso y definir posibles puntos de mejora
 - 4.3.1. Diagrama de causa y efecto
 - 4.3.2. Descripción del sistema de control de calidad
 - 4.3.2.1. Mapa de proceso de control

4.3.3. Planificación

4.4. Definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol

4.4.1. Criterios de aceptación y estándares de calidad

4.4.2. Criterios de aprobación y liberación

4.4.3. Entrenamiento y competencias laborales

4.4.4. Etapa de mejora continua

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

REREFENCIAS

APÉNDICE

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

Con la metodología planteada se espera obtener un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de la empresa aguacatera; el alcance de la metodología es el control de la recepción hasta su proceso productivo.

En las metodologías se trabajarán en tres fases, la primera es cuantificar el porcentaje de merma para el proceso de guacamol contemplando todo el sistema productivo, categorizar la concentración de mermas dentro del sistema del proceso de guacamol y entender causalidades de la generación de mermas en el proceso de guacamol.

La segunda fase contempla la estimación los efectos de los controles en bodegas de materiales y materias primas en la generación de mermas y por último la tercera fase, definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol; con estas tres fases se espera lograr un sistema de control para la reducción de la merma y esto se llevara a con la aplicación de herramientas que sustentarán la teoría y conocimiento practico.

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es cuantitativo, debido a que en esta investigación necesita valores cuantificables para realizar análisis y reflejar resultados medibles, aplicación de herramientas y sustentar la teoría con

conocimiento práctico, estos datos se reflejarán con herramientas gráficas y cálculos estadísticos.

El alcance es descriptivo, debido a que se debe reflejar de forma cuantificable el desperdicio que se genera en el proceso productivo, dado que la merma del aguacate Hass se puede generar en diferentes etapas del proceso, desde su ingreso a planta, durante el proceso de transformación y después del proceso de producción, por lo que se describirá de forma gráfica y definir en qué parte del proceso de guacamol se concentra la generación de merma.

Cabe mencionar que este análisis es de mucha importancia debido al alto impacto sobre el producto final, con este sistema de control se pretende mejorar el rendimiento, con lo que se reflejarán costos escondidos sobre la generación de mermas dentro del proceso productivo.

El diseño adoptado será experimental, pues el análisis de la información depende de diferentes factores, tales como el control en bodegas, clasificación del fruto y proceso de despulpe, por lo que se manipularán las variables de temperatura en el ingreso y en bodegas, tiempo de almacenamiento y se llevará el control de materia seca el cual es un análisis interno del laboratorio.

Para el diseño experimental de la investigación y toma de muestras en los procesos externos e internos al proceso de producción de guacamol se utilizarán herramientas como:

- Diagramas de procesos.
- Diagramas de Gantt.
- Diagrama de causas y efectos.
- Inspección de formulaciones y parámetros.

- Análisis de muestreo.
- Cronogramas.

Los recursos que se utilizarán para la investigación serán:
Humano, físico, financiero, tiempo (cronograma), etc.

9.2. Unidades de análisis

Cabe mencionar que la unidad de análisis será sobre el proceso productivo de guacamol; tomando en cuenta que el grado de madurez del aguacate Hass es un punto crítico para el proceso del despulpe, para tener un mejor control sobre el fruto, se tomarán muestras aleatorias y se realizará un análisis sobre el porcentaje de materia seca, contemplando el sus características físicas y monitoreando la pérdida de peso del fruto; para controlar está pérdida se tomara el tiempo de almacenaje, fecha de corte y temperaturas en el almacenaje; para lograr un efectivo y correcto análisis se utilizaran herramientas matemáticas y estadísticas.

Se realizará una cuantificación el porcentaje de aguacate procesado que queda dentro de las tuberías o ductos de la maquinaria que dosifican al empaque primario, al finalizar el proceso productivo se tomará el peso de la merma, esto con el fin de reflejar la pérdida en maquinaria.

El tiempo y la temperatura durante el proceso es de vital importancia debido a su pardeamiento enzimático de la pulpa, por lo cual se estimará el tiempo y temperatura optima con el fin de evitar esta reacción enzimática y la generación merma.

9.3. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación:

Tabla III. **Variables de estudios**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Temperatura	La temperatura es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, de un objeto o del medio ambiente en general, medida por un termómetro.	La temperatura del aguacate Hass es importante debido a que es un fruto climatérico, esto quiere decir que su proceso de maduración inicia después de ser cosechadas, al tener bajo inspección la temperatura podremos mantener el control de su grado de madurez.
Tiempo	Se conoce como tiempo a la duración de las cosas sujetas a cambio que determinan las épocas, períodos, horas, días, semanas, siglos, etcétera. Esta palabra procede del latín "tempus".	Para tener un control sobre la materia prima es importante el tiempo desde que ingresa la materia prima a planta hasta que se procesa como guacamol.
Merma	Son mermas que se generan en productos perecederos, es toda aquella mercancía que tiene una caducidad, que se echa a perder, y que se le debe dar la debida rotación antes de que se pudra y se haga no apta para la venta.	Es el principal factor a controlar en esta investigación, la merma se controlará con el control de pesos. $\% Merma = \left[\frac{Daño (g)}{Fruto (g)} \right] * 100$

Continuación de tabla III: Variables de estudios

Materia seca	En alimentos se refiere a una cantidad de alimentos si el agua contenida en dicho alimento	Para una mejor calidad del aguacate procesado se debe tener en cuenta la materia seca y por ende el porcentaje de aceite.
		$\% MS = \left[\frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso seco})}{\text{Peso inicial}} \right] * 100$
Peso	Peso, como tal, designa la medida resultante de la acción que ejerce la gravedad terrestre sobre un cuerpo.	El peso es importante para el control de rendimientos, tener el peso de la materia prima, aguacate Hass

Fuente: Elaboración propia

9.4. Fases de estudio

Con las siguientes fases se plantea obtener un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de la empresa aguacatera; el alcance de la metodología es el control de la recepción hasta su proceso productivo.

En las metodologías se trabajarán en cinco fases, las cuales son:

- Fase 1

Revisión documental, recopilación de datos históricos, toma de datos actuales y análisis del estado actual.

Cuantificar el porcentaje de merma para el proceso de guacamol contemplando todo el sistema productivo.

Categorizar la concentración de mermas dentro del sistema del proceso de guacamol.

Entender causalidades de la generación de mermas en el proceso de guacamol.

- Fase 2

Determinación de las causas, elaboración de diagramas de causa y efectos, estimando los efectos de los diferentes procesos que generan merma.

- Fase 3

Definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas en la fase 2 sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol.

- Fase 4

Realización de plan del trabajo, para la aplicación de la propuesta.

- Fase 5

Evaluación de cambios diagnósticos del cambio

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

En relación con las técnicas que se aplicarán, diagramas de proceso, diagramas de Pareto, diagramas de causas y efectos, inspección de formulaciones y parámetros, esto con el fin de diseñar un sistema de control para la disminución de la merma en proceso de guacamol.

10.1. Técnicas de recolección de información

La recolección de información se empleará para conocer un poco mejor el proceso, como también la materia prima e insumos; estas se aplicarán para evaluar y estudiar el proceso actual; para tener una confiabilidad de la recolección de información se utilizarán herramientas tales como:

10.1.1. Registros documentales

Una herramienta muy básica pero bastante efectiva es llevar registros de toda la información consolidada.

Acá se puede tener históricos de fórmulas, parámetros y técnicas aplicadas en el proceso de guacamol.

10.1.2. Observación directa

Esta se utilizará para conocer la situación real y actual del proceso, se llevará a in situ, por lo que se evidenciará con imágenes y videos.

10.2. Técnicas de análisis de información

Para tener una mejor comprensión del proceso como tal se utilizarán diversas herramientas como las siguientes:

10.2.1. Diagramas de procesos

Se utilizarán los diagramas de proceso para ser específicos y reflejar en que parte del proceso es en donde genera la mayor cantidad de merma con el fin de mejorar el proceso.

10.2.2. Diagramas de Pareto

El objetivo del diagrama de Pareto es reflejar de forma gráfica la relación de defectos, este diagrama tiene una relación de 80/20.

10.2.3. Diagrama de causas y efectos

Se utilizará para identificar las posibles causas de un problema. El diagrama permite que los grupos organicen la información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas.

10.3. Técnicas de análisis cualitativo

Se manejará información documental interna, propia de la empresa, esto para ser fuente de consulta y aplicación para el desarrollo de la investigación. La inspección de formulaciones y parámetros se utilizará para comprobar el método utilizado actualmente.

12. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Esta investigación es factible porque se tienen los recursos indispensables para ejecutar las fases debidamente trabajadas de esta investigación, para cumplir con los objetivos establecidos, así mismo se cuenta con las autorizaciones necesarias por parte de la empresa para acceder a los recursos requeridos.

12.1. Recursos necesarios

Para que la investigación sea realizada, en primer lugar, se gestiona la autorización de gerencia para que se pueda disponer de los recursos:

- Humano: disposición del personal para compartir la información básica para la realización del trabajo de investigación.
- Tecnológico: acceso a internet
- Informativos: acceso a la información que maneja la empresa, teniendo en cuenta la confidencialidad de la misma.
- Infraestructura y equipo: facilitan la utilización del mobiliario y equipo necesario para el desarrollo de la investigación.

El recurso financiero es aportado directamente por el investigador. A continuación, se detalla una tabla con el desglose de los gastos que se realizarán para el desarrollo de la presente investigación:

Tabla IV. Recursos a utilizar

No.	Tipo de recurso	Descripción	Costo	%
1	Humano	Tiempo del investigador	Q 10,000.00	69 %
2	Humano	Asesor de trabajo de investigación	Q -	0 %
4	Alimentación	Alimentación	Q 1,500.00	10 %
5	Transporte	Consumo de combustible	Q 1,000.00	7 %
6	Material	Papelería y utensilios	Q 700.00	5 %
8	Tecnológico	Internet	Q 300.00	2 %
7	Varios	Margen de holgura	Q 1,000.00	7 %
Total	Q 14,500.00	100 %		

Fuente: Elaboración propia

13. REREFENCIAS

1. Arriola, G., García, H., Nungaray, A., González, R., y Ruíz, G., (2006). *Comportamientos del aguacate Hass liofilizado durante la operación de rehidratación. revista mexicana de ingeniería química*, 5(1), 51-56. recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/620/62009910.pdf>.
2. Asociación Gremial de Exportación (AGEXPORT, 2020). *Que lo hecho en Guatemala siga innovando el mercado internacional*. recuperado de <https://export.com.gt/publico/comite-de-aguacate>.
3. ANMAT (2007), Administración nacional de medicamentos, alimentos y tecnología médica, *Guía de interpretación de resultados microbiológicos de alimentos*, 1-21, recuperado de: http://www.anmat.gov.ar/Alimentos/Guia_de_interpretacion_resultados_microbiologicos.pdf.
4. Barda N. (2007) *Análisis sensorial de los alimentos*, 1-4, recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_analisis_sensorial_de_los_alimentos_fruticultura.pdf.
5. COGUANOR, 1995 NTG 34 243, *Sistema de análisis de peligro y de puntos críticos de control (HACCP) directrices para su aplicación*. recuperado de: http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/coguanorntg34243.pdf.

6. Carro R., González D. (2006) *Productividad y competitividad, administración de las operaciones* (2 ed.), 1-18, recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf.
7. FAO/OMS, 1995 Comisión del codex alimentarius: *Norma del CODEX para el aguacate* (Codex stan 197-1995).
8. Grupo de estudio Frenan (2017). *Mermas y rendimiento en alimentos*. [archivo de video]. recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Rrq3-8C9Kd0&t=37s>.
9. Herrera, J., Salazar, S., Martínez, E. y Ruiz, J., (2017). *Indicadores preliminares de madurez fisiológica y comportamiento poscosecha del fruto de aguacate* Méndez, Revista Fitotec, Mex, volumen 40(1), 56-59. recuperado de: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/40-1/6a.pdf>.
10. IUNT, Instituto uruguayo de Normas Técnicas, (2009), *Herramientas para la mejora de la calidad*, recuperado de: <https://qualitasbiblo.files.wordpress.com/2013/01/libro-herramientas-para-la-mejora-de-la-calidad-curso-unit.pdf>.
11. Jared R., y Pavón A. (2012) *Integrando la metodología DMAIC de seis sigmas con la simulación de eventos discretos en flexsim*. recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jared_Ocampo/publication/264044270_Integrando_la_Metodologia_DMAIC_de_Seis_Si

gma_con_la_Simulacion_de_Eventos_Discretos_en_Flexsim/links/0f31753cabeddc6450000000.pdf.

12. Lobo, G. (2018). *Jornadas técnicas sobre aguacate*. recuperado de: <https://www.icia.es/icia/download/Aguacate/12.pdf>.
13. Márquez, C., Vepes, D., Sánchez, L., Osorio, J., (2014). *Cambios físico-químicos del aguacate (persa americana mill. cv. "Hass") en poscosecha para dos municipios de Antioquia*, Revista Temas agrarios, 19(1). 41-42. recuperado de: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/723>.
14. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA, 2014). *Perfil comercial aguacate*, 1-8. Recuperado de <https://www.maga.gob.gt/download/perfil%20aguacate.pdf>.
15. Ministerio de agricultura, ganadería y alimentación (MAGA, 2013). *El agro en cifras 2013* 28. Recuperado de <https://www.maga.gob.gt/download/El-agro-en-cifras-small.pdf>.
16. Mission avocados, (2017), *Manual de especificaciones de calidad*, (6 ed.), 1-138. recuperado de: <https://www.downloads/qualityspecmanual-full-spanish-2017.pdf>.
17. Olaeta, J. (2003). *Industrialización del aguacate: estado actual y perspectivas futuras*. Congreso Mundial del Aguacate, 5(1) 749-

750. recuperado de:
http://www.avocadosource.com/wac5/papers/wac5_p749.pdf.
18. Ortega M. (2003) *Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate Hass*, 1-8, recuperado de:
http://www.avocadosource.com/wac5/papers/wac5_p741.pdf.
19. Prokopenko J. (2005) *Manual práctico de la gestión de la productividad* recuperado de:
 file:///C:/Users/darvi/Downloads/La%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20productividad%20OIT.pdf.
20. Rodríguez, P., y Henao, J. (2016). *Maduración del aguacate (persa americana mill cv. Hass) y calidad de los frutos. Agronomía colombiana*, 1(1). Doi:
 10.15446/agron.colomb.sup.2016n1.58101 recuperado de:
https://www.researchgate.net/profile/pablo_rodriguez11/publication/313820125_avocado_ripening_persea_americana_mill_cv_hass_and_fruit_quality/links/58a72c80aca27206d9ac39ee/avocado-ripening-persea-americana-mill-cv-hass-and-fruit-quality.pdf.
21. Tonello, C., Wilches, D., (2017), *Procesamiento industrial de productos de aguacate por altas presiones hidrostáticas: tendencias emergentes e implementación en nuevos mercados*, Recuperado de:
http://avocadosource.com/Journals/Memorias_VCLA/2017/Memorias_VCLA_2017_PG_446.pdf

14. APÉNDICE

Apéndice 1. Matriz de coherencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Metodología	Resultados Esperados
<p>General</p> <p>¿De qué manera disminuir el porcentaje de mermas en una empresa de alimentos, implementan un sistema de control en el proceso productivo del guacamol?</p>	<p>General</p> <p>Diseñar un sistema de control para la reducción de mermas en el proceso productivo de guacamol dentro de la empresa aguacatera.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El efecto del aumento de las mermas no contempladas, afecta la eficiencia del proceso productivo de guacamol y se tienen costos escondidos.</p>	<p>Técnica:</p> <p>diagramas de flujo, diagrama de causa y efecto</p> <p>Instrumentos:</p> <p>checklist</p> <p>Como:</p> <p>seguimiento al proceso</p> <p>Cuando: en horario matutino durante el mes</p> <p>Donde: Área de proceso</p> <p>Con que recurso: personal operativo y equipo de computo</p>	<p>Con la aplicación de los métodos teóricos, experiencia, habilidades, ensayos, datos, trabajo etc. Se espera reducir la merma al mínimo.</p> <p>Efectos esperados con la aplicación de nuestra metodología.</p>

Continuación de tabla: Matriz de coherencia

<p>Específicos</p> <p>¿Cuál es el porcentaje estimado de merma generada en todo el sistema productivo de guacamol?</p>	<p>Específicos</p> <p>Cuantificar el porcentaje de merma en un periodo de seis meses para el proceso de guacamol contemplando todo el sistema productivo, para tener una cuantificación de la misma y definir los indicadores de pérdida actual.</p>	<p>Específicos</p> <p>La manipulación de las diferentes bodegas influye en gran parte en la generación de mermas.</p>	<p>Técnica:</p> <p>Evaluación de proceso e Inspección de formulaciones y parámetros</p> <p>Instrumentos:</p> <p>checklist</p> <p>Como:</p> <p>seguimiento al proceso</p> <p>Cuando:</p> <p>en horario matutino durante el mes</p> <p>Donde:</p> <p>área de proceso</p> <p>Con que recurso:</p> <p>personal y equipo de computo</p>	<p>Con la aplicación de los métodos teóricos, experiencia, habilidades, ensayos, datos, trabajo etc. Se espera cuantificar el porcentaje de merma en el proceso de guacamol.</p>
---	---	--	--	--

Continuación de tabla: Matriz de coherencia

<p>Específicos</p> <p>¿En qué parte del proceso se genera mayor porcentaje de mermas?</p>	<p>Específicos</p> <p>Identificar los puntos críticos del proceso productivo que generan merma y categorizar en función de la cantidad de merma generada.</p>	<p>Específicos</p> <p>Teniendo la cuantificación de la merma en el proceso de guacamol se podrá observar el proceso que afecta directamente al aumento de la misma</p>	<p>Técnica:</p> <p>Evaluación de diagramas y del proceso</p> <p>Instrumentos:</p> <p>documentación y checklist</p> <p>Como:</p> <p>seguimiento al proceso</p> <p>Cuando:</p> <p>en horario matutino durante el mes</p> <p>Donde:</p> <p>área de proceso</p> <p>Con que recurso:</p> <p>personal y equipo de computo</p>	<p>Con la aplicación de los métodos teóricos, experiencia, habilidades, ensayos, datos, trabajo etc. Se espera identificar los puntos críticos del proceso y categorizar en función a la cantidad de merma generada.</p>
--	--	---	---	--

Continuación de tabla: Matriz de coherencia

<p>Específicos</p> <p>¿Cuál es el impacto de no considerar todos los factores o procesos que generan un desperdicio (merma)?</p>	<p>Específicos</p> <p>Entender las causas de generación de mermas en el proceso de guacamol contemplando todos los factores del proceso y definir posibles puntos de mejora.</p>	<p>Específicos</p> <p>Al demostrar la el proceso que genera el más merma se podrá cuantificar el efecto de este en el proceso.</p>	<p>Técnica:</p> <p>Diagrama de causas y efectos y cronogramas</p> <p>Instrumentos:</p> <p>documentación digital</p> <p>Como:</p> <p>seguimiento al proceso</p> <p>Cuando:</p> <p>horario matutino durante el mes</p> <p>Donde:</p> <p>área de proceso</p> <p>Con que recurso:</p> <p>personal y equipo de computo</p>	<p>Con la aplicación de los métodos y teóricos, experiencia, habilidades, ensayos, datos, trabajo etc. Se espera entender las causas que generan la merma en los procesos ya antes identificados.</p>
---	---	---	---	---

Continuación de tabla: Matriz de coherencia

Específicos	Específicos	Específicos	Técnica:	Con	la
¿Cuánto se genera merma en producción de guacamol?	Definir una propuesta de mejora que permita abordar las causas identificadas sobre las mermas generadas en el proceso de guacamol.	Teniendo la cuantificación de la merma en los procesos externos de guacamol se podrá observar el proceso que afecta directamente al aumento de la misma	<p>la Evaluación de las causara y el proceso</p> <p>Instrumentos: documentación digital y checklist</p> <p>Como: seguimiento al proceso</p> <p>Cuando: en horario matutino durante el mes</p> <p>Donde: área de proceso</p> <p>Con que recurso: personal equipo de cómputo.</p>	Con	la aplicación de los métodos teóricos, experiencia, habilidades, ensayos, datos, trabajo etc. Se definir una propuesta de mejora en donde se reducir las causas de la generación de merma.

Fuente: Elaboración propia