



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE  
INOCUIDAD BASADA EN EL SISTEMA HACCP POR MEDIO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD  
DE AGUA, QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS PARA ANIMALES**

**Jackelline Pamela Franco Contreras**

Asesorado por la M.A. Inga. Carola Berioska García García

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE  
INOCUIDAD BASADA EN EL SISTEMA HACCP POR MEDIO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD  
DE AGUA, QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS PARA ANIMALES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JACKELLINE PAMELA FRANCO CONTRERAS**  
ASESORADO POR LA M.A. INGA. CAROLA BERIOSKA GARCÍA GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. 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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Angel Roberto sic Garcia (a.i.)
EXAMINADOR	Ing. Edwin Antonio Echeverría Marroquín
EXAMINADOR	Ing. Aldo Ozaeta Santiago
EXAMINADOR	Ing. Julio Oswaldo Rojas Argueta
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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 EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE INOCUIDAD BASADA EN EL SISTEMA HACCP POR MEDIO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA, QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 19 de noviembre de 2018.

**Jackelline Pamela Franco Contreras**

Ref. *EEPI-1043-2019*  
Guatemala, 02 de noviembre de 2019

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 los cursos aprobados del primer año y el **Diseño de Investigación** de la estudiante **Jackeline Pamela Franco Contreras** carné número **200915431**, 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, se firma y sella la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular,

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Carola Berioska García G.  
Ingeniera Industrial  
Colegiada 6045

  
Mtra. Carola Berioska García García  
Asesora

  
Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval  
Coordinador de Maestría  
Gestión Industrial

  
Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Colf  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería





EEP-EIMI-049-2021

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: **DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE INOCUIDAD BASADA EN EL SISTEMA HACCP POR MEDIO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA, QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES**, presentado por la estudiante universitaria **Jackelline Pamela Franco Contreras**, 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



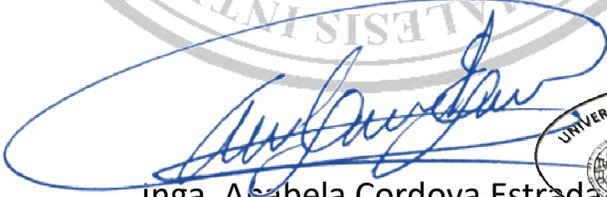
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2021

DTG. 330.2021

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 EL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA DE INOCUIDAD BASADA EN EL SISTEMA HACCP POR MEDIO DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA, QUE GARANTICEN EL CUMPLIMIENTO DE LA VIDA ÚTIL DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES**, presentado por la estudiante universitaria: **Jackelline Pamela Franco Contreras**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana

Guatemala, agosto 2021

AACE/asga

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Quien se merece toda la gloria y honra porque sin Él nada soy.
- Mis padres** Por ser ese apoyo incondicional y, sobre todo, por estar a mi lado en los momentos más difíciles, aun cuando quise renunciar siempre me apoyaron.
- Mis hermanos** Gabriela y Javier Franco, quienes fueron y son de mucha inspiración para mi vida.
- Mi esposo** Daniel Hernandez, porque estuviste a mi lado desde el inicio y tu apoyo fue incondicional.
- Familia y amigos** Que siempre estuvieron apoyándome y motivándome para ser mejor y por animarme para cumplir con mis metas.

## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi <i>alma mater</i> , la que me permitió nutrirme de conocimientos.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
<b>Planta de alimentos</b>	Por haberme brindado la información necesaria para realizar este diseño de investigación.
<b>Mis amigos</b>	Por haberme acompañado durante la carrera.
<b>Mi asesora</b>	M.A. Inga. Carola Berioska García García, por guiarme durante todo el proceso del trabajo de graduación y motivarme a culminar esta etapa.
<b>Familia y amigos en general</b>	Por estar a mi lado durante toda mi carrera, a mi grupo de estudio quienes fueron de mucha ayuda y motivación cuando no podía más.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Descripción del problema .....	9
3.2. Formulación de las preguntas .....	11
3.2.1. Pregunta central .....	11
3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación .....	11
3.3. Delimitación del problema .....	12
3.4. Viabilidad .....	12
3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación de no realizarse .....	13
4. JUSTIFICACIÓN .....	15
5. OBJETIVOS .....	17
5.1. General.....	17
5.2. Específicos .....	17

6.	NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN .....	19
6.1.	Necesidades por cubrir .....	19
6.2.	Esquema de solución .....	19
7.	MARCO TEÓRICO .....	21
7.1.	Estrategias de inocuidad .....	21
7.2.	Sistema HACCP .....	22
7.3.	Principios del sistema HACCP .....	23
7.4.	Industria de alimento para animales .....	24
	7.4.1. Tipos de alimentos balanceados para animales .....	25
7.5.	Proceso de elaboración de alimentos balanceados .....	27
7.6.	Sistema integrado de gestión .....	32
	7.6.1. Inocuidad de los alimentos .....	33
	7.6.2. Inocuidad alimentaria .....	33
7.7.	Micotoxinas .....	35
	7.7.1. Tipos de micotoxina .....	37
7.8.	Actividad de agua .....	39
7.9.	Altas temperaturas en alimentos .....	40
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	41
9.	METODOLOGÍA .....	43
9.1.	Alcance de la investigación .....	43
9.2.	Tipo de estudio .....	43
9.3.	Diseño de la investigación .....	44
9.4.	Variables de la investigación .....	44
9.5.	Fases de la investigación .....	47
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	51

11.	CRONOGRAMA.....	53
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO .....	55
13.	REFERENCIAS.....	57
14.	APÉNDICES.....	61



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Los 7 principios HACCP .....	24
2.	Inocuidad en la cadena agroindustrial.....	34
3.	Principales efectos fisiopatológicos producidos por las micotoxinas.....	38
4.	Cronograma de actividades .....	53

### TABLAS

I.	Factores que afectan la calidad del pellet .....	31
II.	Resumen de variables e indicadores .....	46
III.	Los criterios microbiológicos de referencia según RTCA vigente .....	49
IV.	Fórmulas estadísticas necesarias para la investigación .....	52
V.	Recursos por utilizar durante la investigación.....	56



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>N</b>	Cantidad de datos
<b>Gr</b>	Gramos
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>h</b>	Hora
<b>H</b>	Humedad
<b>Md</b>	Media
<b>≤</b>	Menor que
<b>X</b>	Promedio de datos
<b>∑X</b>	Sumatoria de datos
<b>T</b>	Temperatura



## GLOSARIO

<b><i>Aspergillus</i></b>	Hongos cuyas esporas están presentes en el aire que respiramos, pero que normalmente no causan enfermedad, salvo en aquellas personas con un sistema inmune debilitado, pulmones dañados o con alergias.
<b>AW</b>	Actividad de agua, se conoce como la cantidad de agua libre que está disponible en los alimentos para el crecimiento microbiano.
<b>BPA</b>	Buenas prácticas agropecuarias.
<b>BPG</b>	Buenas prácticas ganaderas.
<b>BPM</b>	Buenas prácticas de manufactura.
<b>BPPC</b>	Buenas prácticas de producción de cosméticos.
<b>Control de calidad</b>	Conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores.

<b>Criterio microbiológico de inocuidad</b>	Define la aceptabilidad de un producto o un lote de un alimento basado en la ausencia o presencia, de microorganismos, por unidad o unidades de masa, volumen, superficie o lote.
<b><i>Fusarium</i></b>	Género de hongos filamentosos, parte de un grupo conocido como hyphomycetes, ampliamente distribuido en el suelo y asociado con las plantas.
<b>HACCP</b>	Análisis de peligro y puntos críticos de control.
<b>Indicador microbiológico</b>	Microorganismos no patógenos frecuentemente asociados a patógenos, utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes causantes de enfermedades.
<b>MP</b>	Materia prima.
<b>Paletizado</b>	Acción y efecto de disponer mercancía sobre el palé para su almacenaje y transporte. Las cargas se paletizan para conseguir uniformidad y facilidad de manipulación; así se ahorra espacio y se rentabiliza el tiempo de carga, descarga y manipulación.
<b>Parámetro microbiológico</b>	Determinaciones específicas practicadas a cada alimento, tales como microorganismos indicadores, microorganismos patógenos, u otros que causen infección y enfermedad.

<b><i>Penicillium</i></b>	Hongos de gran importancia en el medio ambiente natural, así como en la producción de alimentos y medicamentos.
<b>PT</b>	Producto terminado.
<b>SAC</b>	Servicio al cliente.
<b>SSOP</b>	Proceso estándar operacional.
<b>Vida útil</b>	La vida útil es la duración estimada que un material puede tener, cumpliendo correctamente con la función para el cual ha sido creado.



## RESUMEN

La actividad de agua es un parámetro muy útil el cual es utilizado como una medida para garantizar la vida útil de varios alimentos. Con este parámetro físico se puede determinar la cantidad de agua intrínseca que se encuentra en un alimento, el cual al llegar a cierto nivel se detiene por completo el crecimiento microbiano o bien puede acelerarse dependiendo el nivel el cual se encuentre.

Con este parámetro se determina la cantidad de mohos o levaduras que pueden crecer dentro de los alimentos, los niveles de actividad de agua van desde 0 hasta 1, cuando la actividad de agua se encuentra en 0,6 automáticamente se detiene el crecimiento microbiano.

El presente diseño de investigación busca sentar las bases para calcular este parámetro físico de actividad de agua, en alimentos balanceados para animales. Con este dato balanceado se podrá establecer la vida útil de los alimentos, sin riesgo que se lleguen a descomponer antes del tiempo establecido. Este parámetro permitirá conocer el comportamiento del agua durante la producción y elaboración de los alimentos hasta su consumo.



# 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una innovación al sistema de elaboración de alimentos balanceados los cuales han presentado problemas de altas temperaturas en producto terminado para animales, este efecto se está dando previo a su fecha de caducidad. Con las mejoras que se plantearán se busca sistematizar y reducir el crecimiento microbiano de los productos y evitar una descomposición previa a su fecha de caducidad o bien el cumplimiento de la vida útil del producto.

En Guatemala se cuenta con diversos climas en varias regiones del país y debido a estos cambios climáticos que existen en ciertas temporadas tiende a aumentar la humedad del ambiente, lo cual afecta en gran manera el cumplimiento de la vida útil de los alimentos balanceados para animales. Con la metodología que se propone se desea innovar el alimento balanceado para animales y se busca mejorar el cumplimiento y calidad de los alimentos balanceados, reducir quejas de parte de los clientes y mejorar el proceso de producción.

La presente investigación desea analizar la situación actual de la empresa para determinar cuáles son las causas principales de los reclamos y quejas por parte de los clientes, para lo cual será necesario recopilar datos sobre los reclamos, se revisarán los procesos de producción, métodos de almacenamiento y condiciones climáticas que pueden estar afectando la calidad de los productos, se evaluará la información obtenida para la propuesta de mejora en el proceso de producción o almacenamiento de producto.

El presente trabajo tiene como fin proporcionar a una planta productora de alimentos balanceados para animales, una metodología que permita reducir el crecimiento microbiano de los alimentos, mejorando su vida útil y sobre todo que se pueda cumplir con la fecha de vencimiento establecida para el alimento, mejoras durante el proceso de elaboración e implementación de nuevos métodos que garanticen la inocuidad y calidad de los productos, brindando a los clientes productos de calidad y duraderos. El esquema de solución por seguir es el siguiente:

- Análisis de la situación actual de la empresa en busca de debilidades y áreas de mejora en el proceso productivo, se realizará una recopilación de datos de las quejas y reclamos por parte de los clientes.
- Se realizará una revisión del proceso de producción para encontrar posibles fallas que ayuden a determinar la causa de la descomposición previa de los alimentos.
- Evaluación de la información obtenida y realizar una propuesta de las mejoras al proceso de producción para evitar el incremento de temperatura en los alimentos y, por ende, una descomposición previa a su fecha de caducidad.

Los recursos físicos, humanos y de información serán proporcionados por la empresa donde se realizará la investigación y los recursos financieros serán proporcionados por el investigador.

En el marco teórico se describe los tipos de proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales, tipos de alimentos balanceados para animales que existen y sus presentaciones. Además, se abordan temas como

estrategias de inocuidad basadas en el sistema HACCP que permitan la calidad de los alimentos, mejora del proceso de elaboración y la reducción de quejas por parte de los clientes.

En la presente investigación se tomarán datos históricos de las quejas por parte de los clientes, determinar desde cuándo se inició el sobre calentamiento de los alimentos y, por ende, reducción del tiempo de vida útil. Se tomarán datos del proceso productivo, como análisis físicos del producto, durante su producción y al momento de encontrarse empacados y almacenados. Se empleará la observación para recabar información sobre la operación y manipulación de los alimentos balanceados para animales.

El trabajo de investigación se basa en el sistema HACCP y estrategias de inocuidad para el análisis del proceso, los cuales serán la base para presentación de propuestas y mejoras.

En el capítulo II se presentarán los resultados obtenidos de la investigación, para inicio del capítulo III en el cual se realizará la discusión de los resultados obtenidos y se describirán las conclusiones y recomendaciones que resultaron de la elaboración de la presente investigación.



## 2. ANTECEDENTES

Los concentrados balanceados para animales contribuyen en gran parte a la seguridad alimentaria y producción de alimentos inocuos en su gran mayoría este es el encargado de nutrir a los animales y es importante que se mantengan altos estándares de inocuidad y calidad debido a que estos animales serán utilizados para consumo humano, es por ello la importancia de garantizar la calidad.

Es necesario tomar en cuenta que los alimentos para animales dependiendo las características para qué edades y/o especie este dirigido, se debe conocer con certeza el tiempo de vida que posee cada uno de estos y, sobre todo, cómo poder detectar una descomposición previa y evitar que el mismo sea consumido. La contaminación es una cuestión de tiempo y temperatura (Morato, 2008). Con esta información se realizarán pruebas exponiendo el alimento a diferentes temperaturas y ciclos de tiempo.

El principal problema de la descomposición de alimento previo a su fecha de caducidad es que físicamente el producto parece estar en óptimas condiciones, pero hablando microscópicamente es muy probable que tenga hongos, levaduras y microorganismos y se encuentren en crecimiento y esto sería una causa de enfermedad y mortandad en animales para consumo humano, los cambios en el medio fisicoquímico de los alimentos se ve afectado por la temperatura (Agatangelo, 2007). La temperatura es un factor clave para la proliferación de bacterias, por lo que será necesario realizar pruebas microbiológicas a cada muestra.

Al igual que el crecimiento microbiano se acelera con altos porcentajes de actividad de agua y humedad de esta manera también se incrementan las micotoxinas estas son metabólicos secundarios producidos por una serie de hongos, *Aspergillus*, *Penicillium* y *Fusarium*, en condiciones favorables de crecimiento, generalmente, elevada actividad de agua y temperatura, y que afectan principalmente los cereales (Elika, 2015). Para determinar la contaminación en un alimento es la actividad de agua, el cual será un factor importante para determinar en la toma de muestras.

Existe una teoría en la cual se explica el comportamiento de la actividad de agua y como esta puede influir en la conservación de los alimentos balanceados; La actividad del agua (aw) se puede definir como la relación entre el agua libre presente en el alimento respecto del agua total que podría contener a una misma temperatura.

Es un parámetro estrechamente ligado a la humedad lo que permite determinar su capacidad de conservación, de propagación microbiana, y otros. Coeficiente conocido también como agua libre, no ligada y aprovechable por los microorganismos, estado en el cual se encuentran libres las moléculas de agua en los alimentos, tal como la requieren los microorganismos para su mejor multiplicación y, por consiguiente, la presencia de sustancias como azúcar, pectinas, gelatina y ciertas sales, retienen el agua y bajan de esta manera la actividad acuosa del alimento (Villacorta, 2015).

La inocuidad en los alimentos es vital y por ello se necesita conocer cuáles son los pasos para implementar correctamente un sistema de inocuidad dentro de la empresa y si estas normas se están siguiendo de la manera correcta (Zevallos y Juárez, 2014).

Como se describe anteriormente la conservación de los alimentos va ligada a la inocuidad, actividad de agua y sobre todo el ambiente y almacenamiento de los alimentos, es vital contar con un ambiente adecuado para la conservación de los productos, sean harinas o alimentos pelletizado.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El problema que enfrenta la empresa es que durante el inicio del invierno incrementaron las quejas por parte de los clientes debido a los aumentos de temperatura en los alimentos balanceado para animales y presencia de mohos, habiendo una descomposición previa del alimento, sin llegar al cumplimiento de su fecha de expiración.

#### **3.1. Descripción del problema**

Hubo un alto índice de quejas y reclamos de un 70 % por parte de los clientes, los cuales presentaban su inconformidad debido a incrementos de temperatura en alimentos balanceados para animales. Dichas temperaturas llegaban hasta 40 °C, el aumento de temperatura, no permite que el alimento llegue al cumplimiento de su vida útil o bien fecha de vencimiento.

Los clientes notaron el incremento de temperatura al realizar la compra del producto con los distribuidores, algunos productos al momento de palpar el saco se logra sentir que el alimento se encuentra con alto índice de calor, al notar esto los clientes midieron la temperatura utilizando termómetros y notificaron a servicio al cliente del incremento y, sobre todo, que el alimento cuenta con olor a rancio dando una apariencia de producto viejo sin que el producto cumpliera con su fecha de expiración.

Este problema ha sido muy notorio en los meses donde se incrementan las lluvias, uno de los grandes inconvenientes es que este fenómeno no se ha registrado en las bodegas de producto terminado de la empresa, con relación al

almacenamiento se descarta el aumento de temperatura debido a que son adecuados y estos permiten que el alimento se ventile perfectamente, esto se debe a que la estructura de la bodega es adecuada para la perfecta circulación de calor, ventilando adecuadamente el alimento.

Otro de los factores que podría estar afectando que el producto no cumpla con su vida útil puede ser que durante el proceso de producción se esté adicionando más hidratación de la necesaria y debido a las condiciones climáticas de la época el problema se ha incrementado y la descomposición del producto se acelera, y esto no permite que el alimento cumpla con el tiempo estipulado de vida útil.

El que un producto no cumpla con su vida útil es un problema porque el cliente tiende a percibir que no se está enviando alimento fresco sino producto que está próximo a vencer y, por otro lado, en temas regulatorios no se está cumpliendo con lo que indica la etiqueta o bien el empaque, siendo algo grave en temas legales para la empresa.

Los clientes realizan sus reclamos por medio de servicio al cliente y estos son trasladados al personal de control de calidad, quienes hacen una investigación del caso y sobre todo se realizan trazabilidades y se verifica las muestras del cliente con análisis microbiológicos y físicos, al mismo tiempo se realiza una comparación con las muestras de retención que posee la empresa por corrida, para descartar que el producto se fue vencido o en malas condiciones de la empresa.

Al realizar la investigación control de calidad brinda las acciones correctivas tomadas y las comparte al personal de servicio al cliente quien al final se encarga

de hacer llegar la información al cliente y le indica si el producto procede a una devolución o no.

### **3.2. Formulación de las preguntas**

Para la elaboración de las preguntas fue necesario investigar acerca de los problemas más recurrentes del proceso de producción, establecer un parámetro para medir los cambios físicos en el alimento.

#### **3.2.1. Pregunta central**

¿Cuál es la estrategia de inocuidad que se debe implementar para mejorar el comportamiento de la vida útil del alimento balanceado para animales?

#### **3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Cómo se puede determinar el comportamiento de la vida útil del alimento balanceado para animales?
- ¿Cuál puede ser la causa del incremento de temperatura en los alimentos balanceados para animales, según factores internos o externos?
- ¿Cuáles son los parámetros que se deben controlar al momento de la elaboración de alimentos balanceados para animales y cuál es el método adecuado para establecer la vida útil de un alimento, sin alterar sus niveles nutricionales?

### **3.3. Delimitación del problema**

Para realizar la investigación se han delimitado aspectos importantes como las fuentes de información para el desarrollo de la investigación serán las fallas reportadas por servicio al cliente y se revisarán los datos del área de producción y control de calidad.

Se tomarán en cuenta otras áreas que durante la investigación muestren que es necesario recolectar la información.

La investigación se llevará a cabo en una empresa de elaboración de alimentos balanceados para animales de la ciudad de Guatemala.

### **3.4. Viabilidad**

La empresa en donde se llevará a cabo la investigación está pasando por un momento en el cual los reclamos por parte de los clientes se han incrementado un 50 % en comparación al año anterior y la empresa desea recuperar ese posicionamiento líder en el mercado, por lo cual está de acuerdo en realizar cambios estratégicos en el proceso de almacenamiento y proceso de elaboración de alimentos balanceados para animales

Se cuenta con la información necesaria para documentar y determinar posibles soluciones al problema principal. El trabajo se llevará a cabo con documentación del área de aseguramiento de la calidad e historial de reclamos por parte de servicio al cliente.

### **3.5. Consecuencias de la implementación de la investigación de no realizarse**

Las consecuencias de no realizar este trabajo de investigación es el incremento de reclamos, fallas reportadas por parte los clientes, la empresa puede llegar a perder clientes potencialmente importantes dejando a la compañía con una baja participación en el mercado.

Por políticas de la empresa se ha solicitado que durante la investigación no se menciona el nombre de esta para mantener la confidencialidad de la información.



## 4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en la línea de sistema integrado de gestión, de la maestría en gestión industrial. Enfocada en una metodología de inocuidad y conservación de los alimentos, lo cual son factores muy importantes por tomar en cuenta para la elaboración de concentrado para animales, garantizando la calidad de los productos y reconocimiento de la marca en el mercado.

Es necesario llevar a cabo esta investigación, para garantizar la inocuidad de los alimentos balanceados para animales, cumpliendo con exigencias de calidad internas y sobre todo que la empresa se mantenga líder en el mercado, esto será factible estableciendo nuevos parámetros de control durante la producción de estos y de esta manera cumplir con la seguridad alimentaria y la satisfacción de los clientes.

La importancia de esta investigación es que ayudará en gran manera en la reducción de quejas y reclamos por parte de los clientes, debido a que se busca una estrategia que beneficie las condiciones del alimento y, sobre todo, la satisfacción de estos brindando productos de alta calidad.

Los beneficiarios de esta investigación serán los clientes mayoritarios de la empresa que han sido los más afectados por este tipo de problemas y, sobre todo, el consumidor final, debido a los beneficios de cumplir con las normas de seguridad alimentaria e inocuidad, que son de gran impacto en la nutrición y desarrollo de los animales, siendo esto un factor que favorece al mercado de carne para consumo humano.

Existen muchos factores que pueden reducir la vida útil de un alimento esto puede ocurrir tanto en alimentos de consumo humano como de consumo animal, es por ello, el motivo de la presente investigación. Se desea conocer cuál es la manera adecuada de la elaboración de los productos y, sobre todo, garantizar la calidad del producto hasta cumplir con la fecha de vencimiento.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Desarrollar una estrategia de inocuidad por medio de análisis de actividad de agua, que mejore el comportamiento de la vida útil del alimento balanceado para animales

### **5.2. Específicos**

- Determinar el comportamiento de la vida útil del alimento balanceado para animales, mediante análisis de actividad de agua.
- Determinar la causa del aumento de temperatura en los alimentos balanceados para animales, según factores internos o externos.
- Definir los parámetros que se deben controlar al momento de la elaboración de alimentos balanceados para animales y establecer un método adecuado para definir la vida útil de un alimento, sin alterar sus niveles nutricionales.



## **6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN**

### **6.1. Necesidades por cubrir**

Con esta investigación se desea que un alimento balanceado cumpla con la vida útil establecida y que llegue a tener óptimas condiciones hasta cumplir con la fecha de caducidad propuesta. Con esto se espera reducir en un 80 % los reclamos por parte de los clientes, debido a que los reclamos se han ido incrementando y es necesario cumplir con la calidad y determinar la causa raíz de este problema.

### **6.2. Esquema de solución**

Para cubrir las necesidades de esta investigación se debe cumplir con los objetivos propuestos mediante la realización de varias pruebas, esto se determinará mediante el esquema que se detalla a continuación.

Fase inicial: con las herramientas que se describen a continuación se iniciará la investigación.

- Se iniciará con un análisis de la situación.
- Se definirán objetivos.
- Se harán preguntas de las posibles causas del problema.
- Se realizará una metodología de evaluación.

- Se realizarán análisis de causa raíz para determinar qué tipos de análisis físicos son necesarios para eliminar el problema.
- Se dará inicio a pruebas y análisis de actividad de agua.
- Toma de muestras para análisis microbiológico, esto ayudara a verificar el comportamiento del alimento mediante un tiempo determinado.
- Se procederá a los cálculos y los análisis de resultados con los datos obtenidos de las pruebas en laboratorio y campo.
- Luego de la recolección de información se establecerán las recomendaciones.
- Se brindarán las conclusiones a las cuales se llegó.
- Se establecerán medidas de control para evitar este problema en un futuro.
- Se procederá con la preparación del informe final en el cual se establecerán de manera más detallada los beneficios que se obtuvieron de la investigación realizada y la mejora que hubo en la empresa elaboradora de alimentos balanceados para animales.

## **7. MARCO TEÓRICO**

### **7.1. Estrategias de inocuidad**

El crecimiento del mercado ha logrado la aceleración del intercambio comercial de varios alimentos, este tipo de situaciones han hecho que diferentes gobiernos utilicen el termino de implementación de estrategias de inocuidad y que estas contribuyan al cumplimiento de la inocuidad de los alimentos el cual quiere decir que un alimento no causara ningún daño a la salud del consumidor.

Las causas principales que pueden afectar la inocuidad de un alimento son adulterantes como bacterias, virus en el ambiente o en los cultivos, algunos tipos de plaguicidas o bien antibióticos que se apliquen a los cultivos, otro tipo de factor que afecta la inocuidad de los alimentos es la manipulación que estos puedan llegar a tener durante su preparación. Otros factores que afectan la inocuidad pueden ser físicos, como pedazos de metal, astillas de madera, residuos de algún desperdicio o algún tipo de abono.

Cuando una empresa se dedica a la elaboración de alimentos para exportación o bien para ventas locales, es necesario que cumplan con ciertas normas que garanticen y cumplan con la inocuidad de los alimentos, muchas empresas optan por certificaciones como la FSSC 22000, sistemas como HACCP o bien el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, las cuales son evaluadas por entidades del gobierno para garantizar el cumplimiento de estas (ISO 9001,2015).

“Hoy día el tema de Inocuidad Alimentaria ha tomado más relevancia después de relacionarlo con Enfermedades Transmitidas por Alimentos, como los casos de Brotes por *Salmonella* y *E. coli* ó 157:H7 entre otras” (Vásquez, 2016, p.3.).

Al buscar una manera adecuada de preservar los alimentos y que estos cumplan con ciertas características que resguarden la seguridad alimentaria de las personas, garantizando de esta manera la inocuidad de estos y sobre todo que esto se lleve a cabo por medio de un sistema de gestión, podemos decir que estamos estableciendo una estrategia de inocuidad a los alimentos o bien a los procesos de elaboración.

## **7.2. Sistema HACCP**

Es un sistema base que ayuda a la reducción, control o eliminación de peligros que puedan estar afectando la inocuidad de los alimentos, HACCP significa, análisis de peligro y puntos críticos de control (*Hazard Analysis and Critical Control Points*; por sus siglas en inglés). Esto quiere decir que busca los puntos más críticos en el proceso de producción buscando controlar y eliminar cualquier tipo de contaminación que pueda afectar el proceso de producción (NOM-251-SSA1:2009).

Se puede decir que HACCP es un sistema administrativo que busca el cumplimiento de la seguridad alimentaria, por medio de identificación y análisis físicos, químicos y biológicos los cuales se pueden encontrar desde las materias primas, etapas de proceso, material de empaque hasta la distribución y medios de distribución del producto final (NOM-251-SSA1:2009).

HACCP se puede decir es un sistema que está diseñado para el cumplimiento de buenas prácticas de manufactura, estas prácticas ayudan a garantizar la inocuidad de los alimentos, desde maneras adecuadas de realizar una limpieza en la línea de proceso, como evitar contaminaciones cruzadas en el proceso, almacenamiento y distribución del proceso. Tomando en cuenta la higiene del personal involucrado durante el proceso.

### **7.3. Principios del sistema HACCP**

Como todo sistema de gestión HACCP también cuenta con principios fundamentales para su implementación y seguimiento. Los cuales se detallan a continuación.

- Principio 1: realizar un análisis de peligros.
- Principio 2: determinar los puntos críticos de control (PCC).
- Principio 3: establecer un límite o límites críticos.
- Principio 4: establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC.
- Principio 5: medidas correctivas cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado.
- Principio 6: procedimientos de comprobación para confirmar que el sistema HACCP funciona eficazmente.
- Principio 7: sistema de documentos, procedimientos y registros para la aplicación de estos principios (NOM-251-SSA1:2009).

Figura 1. **Los 7 principios HACCP**



Fuente: elaboración propia.

#### 7.4. Industria de alimento para animales

Según un estudio realizado el 47 % de los alimentos balanceados que se producen en el mundo son consumidos por aves (pollos de engorde, ponedoras y pavos), siendo aproximadamente 453 millones de toneladas las que se producen en el mundo (Alltech, 2016).

Siendo las aves el primer lugar en dicha industria, el segundo lugar es el alimento balanceado para rumiantes (ganado de engorde, ganado lechero, terneros) el cual cuenta con un 20 % de la producción total y la línea de cerdos cuenta con un 5 % de la producción total, (Alltech, 2016).

Según información proporcionada por la Asociación Guatemalteca de Exportación la industria de alimentos en Guatemala está conformada por más de

80 empresas, y se cuenta con una comisión de alimentos la cual está para apoyar a sus socios, y que de esta manera sean reconocidos a nivel mundial, por su innovación y alta calidad aprovechando los recursos naturales.

Todo alimento de origen animal cuenta con gran importancia debido a que impacta de sobre manera en la industria de alimentos para humano, es por ello por lo que la producción alimentaria para animales se ha desarrollado de sobre manera y busca procesos que garanticen la inocuidad de los alimentos, alta calidad en sus productos y, sobre todo, cumplir con normas de seguridad alimentaria que protejan tanto al animal como al consumidor final siendo en este caso las personas.

La industria de alimentos balanceados o alimentos para animales como se les conoce exportó en el 2015 más de US\$60 millones, es una industria que durante el último quinquenio se ha impulsado en su crecimiento siendo reconocida a nivel regional por su alta calidad, innovación y competitividad. Sus principales mercados de exportación son: Centroamérica, Sudamérica, Caribe y Norteamérica. Dentro de los principales productos que esta industria elabora son: alimentos para peces, perros, gatos e insumos para la elaboración de alimentos balanceados (Alimentos & bebidas, 2017).

#### **7.4.1. Tipos de alimentos balanceados para animales**

El alimento balanceado para animales cuenta con una variedad de productos para diferentes necesidades.

Desde forrajes hasta alimentos balanceados, los forrajes son aquellas vitaminas y minerales que van acompañados por maíz amarillo, destilados de

maíz, harina de soya, arroz, entre otros esto es para garantizar una fuente de energía en el alimento, que como sabemos estos granos son proteína natural.

Entre los alimentos más comunes se encuentran los que son para:

- Cerdos
- Aves de postura
- Pollo de engorde
- Ganado de engorde
- Ganado lechero
- Conejos
- Aves
- Caballo
- Peces y camarón
- Mascotas (perros y gatos)

Estos alimentos vienen en diferentes presentaciones, dependiendo del gusto del cliente y se utiliza la que mejor se adapte a cada especie. Las presentaciones de estos alimentos pueden ser: alimentos en pelletizados de 4mm y 2mm, alimentos de harinas, alimentos en presentación de migajas, y otros.

Un proceso productivo muy general de la elaboración de alimentos balanceados para animales se requieren dos componentes: la macro mezcla y la micro mezcla. La primera está formada por productos de la agricultura y la agroindustria, los cuales se encuentran clasificados en fuentes de energía (cereales forrajeros) y de proteína. A la mezcla básica obtenida se le adicionan medicinas, vitaminas, minerales y colorantes – micro mezcla– con una mezcladora tipo concreto. Después de conseguir un producto lo suficientemente homogéneo y uniforme se realizan pruebas de

calidad y se envía a los tanques de empaque para posteriormente empacarlo en sacos de polipropileno y/o papel kraft y cerrar con costura de hilo. (Carlos J, 2017, párr. 4)

## **7.5. Proceso de elaboración de alimentos balanceados**

Para el proceso de elaboración alimentos balanceados primero se deben saber qué tipo de alimento se desea elaborar y sobre todo a que especie va dirigido. Entre los más comunes se encuentra el proceso de alimentos pelletizados, para que sea de buena calidad los pellets deben ser estables, pero no pueden ser demasiado duros ya que sería complicado para el animal comer dicho alimento y sobre todo deben soportar sin que sufra algún daño el producto los procesos de almacenamiento y transporte.

En los productos pelletizados es muy importante la adición de vapor en el proceso de elaboración, porque el vapor sirve como un aditivo y ayuda a que el pellet amarre y sea de buena calidad. Otro punto importante por tomar en cuenta en estos productos son las materias primas, entre más fibra contenga una de ellas, el pellet tiende a deshacerse y no amarra de manera adecuada, es por ello que debe existir una buena selección de materias primas para evitar que el pellet sea suave, aunque también es importante considerar el costo de estas materias primas “El proceso de pelletización se define como el moldeado de una masa de pequeñas partículas (alimento en harina) en partículas más grandes o *pellets*, mediante procedimientos mecánicos, presión, calor y humedad” (Falk, 1985, p. 12).

Los *Pelletizados*, tienen como función la de mejorar o producir un alimento bien compactado, minimizando los desperdicios al momento de ser consumidos por el ave, cuando un pellet es consumido por las aves estos

reciben una dieta muy balanceada y evita que las aves seleccionen los ingredientes. Combinando humedad y calor a los ingredientes, en los alimentos se produce un grado de gelatinización que permite a las aves en general una mayor utilización de los nutrientes (Carlos, 2016, p. 4.).

La formación del pellet ocurre en el punto donde entran en contacto los rodillos y el dado o matriz de salida. Todas las demás actividades, tales como acondicionamiento, enfriamiento, etc., dan apoyo al punto de contacto (Behnke, 2010). Para los alimentos pelletizados es importante tomar en cuenta el tamaño de la partícula al momento de la molienda, que esta permite ser ingerida por las aves de manera adecuada, la cual ayuda a mejorar los niveles nutricionales e influye en su crecimiento. El tamaño de la partícula del alimento balanceado ayuda de sobre manera no solo en el crecimiento, también a la digestión y el aprovechamiento de todos los nutrientes del alimento.

El proceso de elaboración inicia con una buena formulación y estudio de las materias primas a utilizar para preparación de la fórmula, previo a la producción del alimento, es necesario conocer a profundidad las características de las materias primas por utilizar y ver los índices nutricionales que debe poseer el alimento balanceado, como los niveles de proteína, grasa necesarios por especie.

El uso de materias primas que contengan altos niveles de grasas, así como la inclusión en la dieta de insumos directos de aceites, provocan que los pellets sufran daños y la mala formación de pellets, dando como resultado un incremento en el porcentaje de fino y bajos niveles de durabilidad, logrando tener alimentos que puedan sufrir cambios nutricionales y problemas adversos que pueden ir en contra de una buena alimentación (Carlos, 2016).

Luego de contar con la fórmula adecuada se procede con la elaboración de la micromezcla, esto quiere decir que es la formación de un núcleo el cual contiene todas las vitaminas, minerales y antibióticos necesarios dependiendo de la especie y de la etapa en la cual se encuentre el animal. Esta etapa se puede decir es la más delicada del proceso y no puede existir ningún tipo de confusión al momento de mezclar los ingredientes para no alterar la salud de algunas especies si bien no se agrega el ingrediente adecuado.

Al finalizar la etapa de micro mezcla se inicia con la etapa de macro mezcla, donde son adicionados a la formula ingredientes mucho más grandes como es el caso del maíz, trigo, soya, subproductos de trigo, minerales como el calcio, la sal, el azúcar. En esta etapa del proceso también son adicionados los líquidos con los cuales cuenta la fórmula, como aceites o grasas y también se agrega cierta hidratación para que el producto cuente con gelatinización.

Al finalizar la macro mezcla, se inicia con la etapa de pelletizado. El pellet mejora el crecimiento y la conversión alimenticia de los animales (Behnke, 1994). Cuando un alimento es elaborado de esta forma brinda cierta cantidad de aspectos los cuales se vuelven muy importantes para las granjas de animales, entre ellos se encuentran:

- Mejor dosificación del producto en las granjas
- Mayor aprovechamiento nutricional por el animal
- Reducción en costos del alimento
- Partículas más fáciles de manejar, almacenar y transportar
- Mayor palatabilidad
- Mejor digestibilidad
- Menor conversión alimenticia
- Menor pérdida de alimentos en finos y residuos en los comederos

Según el artículo alimentos concentrados o balanceados los parámetros que debe cumplir un producto pelletizado con referencia a la calidad y aglutinantes son:

#### Parámetros de calidad de alimentos pelletizados

- Temperatura
- Color
- Olor
- Fluidez
- Granulometría
- Valor nutricional: proteína, grasa, humedad, ceniza, fibra, calcio, fósforo
- Densidad, tamaño, forma, textura
- Uniformidad

#### Justificación de uso de los aglutinantes

- Mejor compactación al pellet
- Reduce las mermas
- Mayor producción
- Conservar la humedad del pellet
- Ahorro de energía
- Menos reproceso
- Mayor utilidad

#### Conclusiones al uso de los aglutinantes – compactantes

- Un pellet de mala calidad disminuye el desempeño de los animales y desprestigia la marca.

- La empresa debe esforzarse en la producción de un alimento de alta calidad y al menor costo.
- Los operadores deben conocer el equipo y el proceso de elaboración del producto para identificar y corregir los factores que afecten la calidad del pellet.
- La paletización es una técnica de procesamiento de los alimentos que incrementan la rentabilidad de la empresa.
- Mantener en óptimas condiciones los equipos y maquinarias.
- Usar un buen aglutinante para asegurar la presentación y calidad de pellets.

Tabla I. **Factores que afectan la calidad del pellet**

<b>Factores</b>	<b>% mejora al PDI</b>
<b>Adición de 15% harina de trigo</b>	11,6
<b>Adición de 1,25% endurecedor de pellet</b>	12,5
<b>Aumento temperatura de acondicionamiento en 10%</b>	10,0
<b>Reducción de la grasa en la mezcladora del alimento de 1,0%</b>	5,0
<b>Aumento de la humedad de la mezcla en el acondicionador de 12- 14.5%</b>	10,0
<b>Expansión + paletización</b>	15,0

Fuente: Avícola. (2017). *Pelletización y calidad del pellet*. Consultado el 20 de enero de 2019. Recuperado de: [www.elsitioavicola.com](http://www.elsitioavicola.com).

## **7.6. Sistema integrado de gestión**

Un sistema de gestión es un tipo de herramienta que establece una secuencia de pasos por seguir día a día en una actividad productiva. El implementar un sistema de gestión dentro de un proceso de producción ayuda a optimizar los recursos, reducción de costos y mejorar el rendimiento de la empresa.

Existen varios tipos de sistemas de gestión que pueden adaptarse a las necesidades de la empresa, puede ser desde una empresa dedicada a la producción de alimentos hasta una empresa dedicada a la elaboración de un empaque, entre los tipos de sistemas integrados de gestión encontramos una colección de normas ISO que nos brindan los pasos necesarios para su implementación y certificación.

Cuando una empresa adopta un sistema de gestión garantiza a sus proveedores, clientes y trabajadores que cumple con estándares establecidos por normas internacionales. Dependiendo del proceso de producción o la naturaleza de la empresa existe una norma adecuada entre las normas más conocidas se encuentran las que se listan a continuación (CTMA-CONSULTORES, 2018).

- Sistema de Gestión de la Calidad: cumple los requisitos de la norma ISO 9001, que velan por la calidad del producto.
- Sistema de Gestión del Medioambiente: cumple las directrices de la norma ISO 14001, consiguen el mínimo impacto en la naturaleza.
- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Laboral: cumple los aspectos recogidos en la norma OHSAS 18001.
- Sistema de Gestión de la Responsabilidad Corporativa: se rige por los estándares de SGE 21.

### **7.6.1. Inocuidad de los alimentos**

Según los diccionarios la palabra inocuidad quiere decir incapacidad para hacer daño, y es un factor clave en la elaboración de alimentos para consumo humano y animal, muchas empresas garantizan que sus procesos de producción están basados en la inocuidad alimentaria, lo cual brinda confianza por parte de los clientes o bien los mismos consumidores (Ucha, 2011).

La inocuidad se puede controlar por medio de procesos limpios, programas de limpieza dentro de la planta de producción, buenas prácticas de manufactura dentro de la misma que garanticen la seguridad alimentaria en los productos (Fuentes, 2004).

### **7.6.2. Inocuidad alimentaria**

En el caso de los alimentos la inocuidad garantiza que el mismo no le causará ningún problema o daño al consumidor final, y durante la elaboración de estos o bien al momento de ingerirlos. La inocuidad es una de las características claves que componen la calidad de un alimento lo cual es un punto muy importante debido a que muchos de los clientes buscan productos de calidad (Gonzalez, 2009).

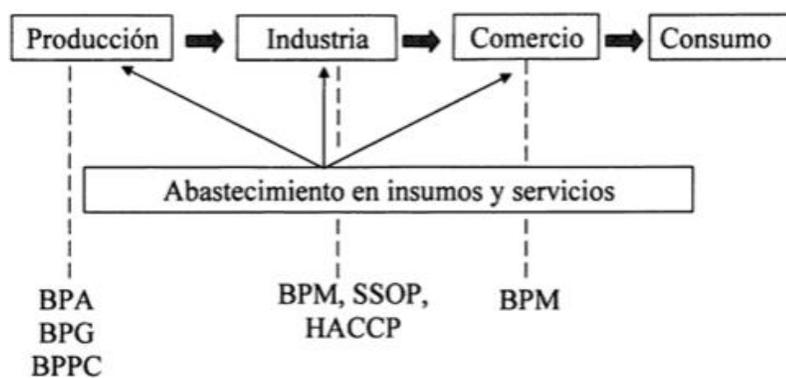
Los alimentos se encuentran muy expuestos a contaminaciones que pueden ser de origen biológico, químico o bien físico, esto es muy peligroso para el consumo humano, podría provocar graves enfermedades e incluso la muerte del consumidor. Estas enfermedades pueden convertirse en epidemias que podrían afectar al resto de la población sin haber sido estos los consumidores directos. Es por ello la importancia que juega la Inocuidad en los alimentos. “La contaminación se denomina primaria o de origen cuando el alimento toma

contacto con un agente contaminante, al momento de la producción.” (Gonzalez, 2009, p.33).

La inocuidad en los alimentos no solo depende de los productores del alimento como tal, este abarca desde proveedores, verificación de las materias primas, materiales de empaque, tipo de transporte en el cual será trasladado el alimento, desde la compra hasta la entrega del producto final con el cliente. En el proceso productivo incluye el tipo de manipulación que se dará al producto. La inocuidad se debe llevar a todas partes inclusive en los hogares es importante que la persona quien prepara los alimentos lo lleve a cabo con higiene y normas básicas de sanitación.

La siguiente gráfica muestra cómo es que desde el inicio debe ir involucrada la inocuidad de los alimentos.

Figura 2. **Inocuidad en la cadena agroindustrial**



Fuente: Hernando. (2004). *Inocuidad en la cadena agroindustrial*.

Para lograr un sistema de inocuidad de alimentos es necesario contar con varios factores que ayuden al cumplimiento de este, como sistemas de gestión de la calidad que garantizan en los alimentos, existen normas ISO que están directamente relacionadas con la inocuidad de los alimentos y sistemas como HACCP que buscan control durante todo el proceso de producción, que a su vez permite controlar y evitar contaminación en los alimentos, siendo clave para cumplir con la calidad del producto.

Para garantizar la inocuidad en un alimento son necesarios varios factores los cuales muchas veces no dependen del productor, también es necesario controlar factores externos al proceso un ejemplo de esto es la humedad de las materias primas, mico toxinas en las materias primas, temperatura en los alimentos, tipos de almacenamiento, programas de manejo de control de plagas, entre otros.

## **7.7. Micotoxinas**

Las micotoxinas son cierta especie de hongos y levaduras que comúnmente son conocidos como moho, son organismos que carecen de clorofila, estos son hongos filamentosos que aparecen sobre superficies orgánicas y estos, a su vez, provocan la descomposición de este, su aparición es perceptible sobre los alimentos tienen un color característico. Las micotoxinas son "metabolitos fúngicos cuya ingestión, inhalación o absorción cutánea reduce la actividad, hace enfermar o causa la muerte de animales (sin excluir las aves) y personas" (Pitt, 1996, p. 55.).

Los hongos pueden crecer en los alimentos mediante varios factores químicos, son capaces de aparecer sobre cualquier tipo de alimento que

contenga proteína, carbohidratos, lípidos, azúcares, entre otros, estos se caracterizan por poseer un crecimiento acelerado y fácil propagación.

Por otro lado, existen otro tipo de sustancias que son llamados metabolitos secundarios “Los metabolitos secundarios son utilizados en escala industrial para la producción de insecticidas, colorantes, saborizantes, aromatizantes y medicamentos” (Gonzalez, 2011, p. 43), los cuales pueden ser dañinos para las plantas o vegetales estos son hongos que solo pueden ser detectados de manera microscópica y se inicia su crecimiento cuando el vegetal inicia en su fase de descomposición. Estas sustancias pueden provocar gran daño en los animales o personas que consuman un vegetal contaminado, provocando una intoxicación llamada micotoxicosis.

Las micotoxinas son sustancias que pueden hacer daño a animales y personas al consumirlas, no son transmisibles más que por el alimento, no son contagiosas, no se puede desaparecer las micotoxinas de los alimentos, solo se puede detener el crecimiento de estas, las micotoxinas se detienen con antifúngicos, que esto lo único que hacen es detener el crecimiento mas no elimina la micotoxina del alimento, es por ello lo delicado de este tipo de bacterias. “Es muy común encontrar granos contaminados, por ejemplo, Yiannikouris y Jouany señalan que a nivel mundial alrededor del 25 % a 40 % de los alimentos cosechados anualmente son afectados por micotoxinas” (Gómez,2008, p. 60).

Existen varios tipos de micotoxinas las cuales tienden a ser más dañinas en ciertos animales y depende mucho de la cantidad que el animal o persona consuma del vegetal o planta contaminada. Es por ello la importancia de conocer los tipos de mico toxinas que existen y que especie es más afectado con el consumo de estas. Se ha comprobado muy poca intoxicación de mico toxinas en

humanos, pero se han realizado varias pruebas en animales y con base en estos estudios se ha comprobado la existencia de varios tipos.

Las micotoxinas se dan mayormente en cereales, como maíz, trigo, harinas, y otros. Esto inicia desde el momento de la cosecha, cuando existe un clima muy húmedo desde el momento en que el vegetal está listo para su cosecha y absorbió más humedad de la que debe debido al ambiente en el cual se dio su crecimiento, otro factor que afecta grandemente es el almacenamiento y método de secado, muchas veces los productores de maíz no tienen el cuidado de secar el grano de manera adecuada y esto provoca altas temperaturas en el mismo.

Al momento de que un grano se encuentre dañado sea porque un animal intento comérselo y lo dañó o bien por mal manejo da lugar a que inicie un crecimiento fúngico. En el caso del maíz cuando un grano está dañado, no se secó de manera adecuada y el lugar de almacenamiento no es el adecuado, este escenario es perfecto para el crecimiento de mico toxinas por las condiciones con las cuales cuenta el grano, alta temperatura, alta humedad, daños en el grano, ambiente húmedo, entre otros.

#### **7.7.1. Tipos de micotoxina**

Un nivel muy elevado de mico toxinas en el alimento puede causar gran daño en la salud humana y animal, muchas veces irreversibles en órganos como, el hígado, riñones, pulmones, sistema reproductivo, sistema nervioso, y otros. A continuación, se presentan los daños que puede ocasionar algunas de las micotoxinas más conocidas (ver figura 3.)

Figura 3. Principales efectos fisiopatológicos producidos por las micotoxinas

Micotoxina	Efectos fisiopatológicos
Aflatoxinas B y G	Daño hepático agudo, cirrosis, inducción de tumores, disminución de la eficacia del sistema inmunitario, teratogénesis, excreción por la leche, acumulación en tejidos.
Citrinina	Nefrotóxica. Toxicidad renal en monogástricos (poliuria, proteinuria, creatinuria, glucosuria, enzimuria y aumento de nitrógeno ureico en sangre), temblores corporales, inmunosupresión.
Esterigmatocistina	Hepatotóxica, nefrotóxica, causa alteración pulmonar y diarreas; mutágenas <i>in vivo</i> , inductoras de tumores y teratógenas.
Fumonisinias	Neurotóxicos (leucoencefalomalacia), nefrotóxicos, edema pulmonar y cerebral, hepatotóxicos y lesiones cardíacas. Los órganos afectados son: cerebro, pulmón, hígado, riñón y corazón. Excreción en leche.
Ocratoxinas	Nefropatía endémica de los Balcanes, acumulación en riñón, tubulonefritis, hígado y músculo, vómitos, teratogénesis, mutagénesis, embriotóxicas.
Patulina	Trastornos gastrointestinales y neurológicos, temblores corporales, mutágena e inductora de tumores.
Rubratoxina	Gran congestión (con hemorragias) de hígado, riñón, glándulas suprarrenales, pulmón, bazo, tracto gastrointestinal y congestión vascular en los tejidos subcutáneos y hemorragias en viscera abdominal, inmunosupresión.
Tricotecenos: toxina T2, nivalenol, deoxinivalenol y diacetoxiscirpenol	Vómitos, taquicardia, diarrea, pérdida de la atención, hemorragias, edemas, necrosis de los tejidos cutáneos, destrucción de tejidos hematopoyéticos, disminución de los glóbulos blancos y plaquetas circulantes, meningitis hemorrágicas (cerebro), alteración del sistema nervioso, rechazo del alimento, lesiones necróticas en diferentes partes de la boca, degeneración patológica de las células de la médula ósea, nódulos linfáticos e intestino.
Zearalenona	Síndrome estrogénico, problemas reproductivos, excreción por leche junto con sus derivados $\alpha$ y $\beta$ -zearalenol.

Fuente: Soriano. (2007). *Micotoxinas en alimentos y ¿Qué son las Micotoxinas?, Toxicidad.*

Los daños causados por las micotoxinas son muy serios y estos pueden ocasionar la muerte de humanos y/o animales, por ello es necesario saber detectarlas antes de la elaboración de estos y así evitar el consumo contaminado. Se sabe que las micotoxinas se generan en los cereales por altas humedades, actividad de agua muy elevado, condiciones de almacenamiento inadecuadas y altas temperaturas, todas estas condiciones ayudan a la descomposición de los alimentos.

### **7.8. Actividad de agua**

La actividad de agua ( $A_w$ ), se define como la cantidad de agua intrínseca que posee un alimento y dependiendo de la cantidad de  $A_w$  que posea el mismo puede acelerar o detener el crecimiento microbiano en los alimentos. La  $A_w$  se convierte en un factor muy importante para la conservación de los alimentos, dependiendo de la cantidad de agua intrínseca que posea un alimento se puede dar el crecimiento microbiano de manera acelerada o no, la actividad de agua se encuentra en valores de 0 a 1 (Peribáñez, 2014).

Los alimentos que poseen una actividad de agua de 1 % son todos los alimentos húmedos como la carne y las frutas, las cuales cuentan con alto contenido de humedad y es por ello el tiempo tan corto de conservación con la cual cuentan los mismo, los alimentos que se encuentran con valores más bajos son los alimentos secos como las almendras, tienen valores de  $A_w$  de 0.67 %, mientras que otros como la miel cuentan con valores muy bajos de hasta 0.5 %, en estos valores el crecimiento microbiano se detiene (Peribáñez, 2014).

Es importante controlar este valor de actividad de agua en la elaboración de alimentos para evitar descomposiciones previas a su fecha de caducidad y, sobre todo, el crecimiento microbiano en el alimento, lo cual puede producir cualquier

tipo de hongos y levaduras que afectan la calidad del alimento, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria del mismo. “La actividad de agua en los alimentos permiten predecir la estabilidad con respecto a sus propiedades físicas” (Peribáñez, 2014, p. 60).

### **7.9. Altas temperaturas en alimentos**

Los cambios de temperatura en los alimentos afectan en gran manera su conservación, cambios muy bruscos de temperatura pueden descomponer de manera acelera un alimento, la temperatura en los alimentos es uno de los principales problemas que se presentan en la seguridad alimentaria, La contaminación en los alimentos es una cuestión de tiempo y temperatura” (Gimferrer, 2008).

Muchos microorganismos son capaces de crecer con altas temperaturas, se sabe que una temperatura adecuada para el crecimiento de los microorganismos es de 37°C en adelante, por esta razón es muy importante llevar el control de los alimentos para evitar contaminación de bacterias u hongos no deseados. Por ello, debe existir un correcto manejo de la temperatura y de esta manera evitar la proliferación de microorganismos no deseados.

## **8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### **1. MARCO TEÓRICO**

1.1. Estrategias de inocuidad

1.2. Sistema HACCP

1.2.1. Principios del sistema HACCP

1.3. Industria de alimentos para animales

1.3.1. Tipos de alimentos balanceados para animales

1.4. Procesos de elaboración de alimentos balanceados

1.5. Sistema integrado de gestión

1.5.1. Inocuidad de los alimentos

1.5.2. Inocuidad alimentaria

1.6. Micotoxinas

1.6.1. Tipos de micotoxinas

1.7. Actividad de agua

1.7.1. Altas temperaturas en alimentos

### **2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

3. PRESENTACIÓN

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5. PROPUESTA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA**

La presente investigación se realizará mediante un enlace descriptivo, con enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, con un diseño no experimental y un tipo de estudio descriptivo.

### **9.1. Alcance de la investigación**

El alcance metodológico es descriptivo, debido a que se cuenta con la cantidad de información que respalda los datos de análisis físicos del alimento elaborado, temperatura del alimento durante su elaboración y empaque, los cuales permiten evaluar las condiciones del producto y favorecen al desarrollo de la presente investigación.

### **9.2. Tipo de estudio**

El estudio tiene un enfoque cuantitativo debido a que se utilizarán variables numéricas que ayudarán a medir y controlar el proceso de producción, evaluando el procedimiento y posibles desviaciones.

El estudio también cuenta con un enfoque cualitativo pues se cuenta con documentación de antecedentes del problema y marco teórico relacionado.

### **9.3. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se estará manipulando ninguna de las variables, únicamente se realizará una observación y un análisis de estas.

El diseño de esta investigación será no experimental, debido a que no se estarán manipulando ninguna de las variables, únicamente se observarán y se evaluarán para su análisis. Su alcance es descriptivo, se detallará el comportamiento de las variables.

El tipo de estudio es descriptivo, debido que a medida que se cuente con la información se irá detallando el comportamiento de las variables.

Es de tipo transversal debido a que el estudio cuenta con un tiempo estipulado, existe una fecha de inicio y una de finalización del proyecto.

### **9.4. Variables de la investigación**

- Independientes
  - Hidratación: adición de agua al momento de la mezcla de los ingredientes, expresado en porcentaje.
  - Humedad: humedad con la cual cuenta el producto al final del proceso de elaboración.
  - Temperatura: temperatura con la cual cuenta el producto al final del proceso de producción.

- Temperatura de almacén: temperatura de la bodega de almacenamiento.
- Paros (tiempo perdido): tiempos en los cuales no se puede disponer de los equipos de planta.
- Dependientes
  - Disponibilidad de planta: tiempo disponible de planta, sobre el tiempo programado para la operación.
  - Disponibilidad de laboratorio físico: tiempo disponible de los equipos de laboratorio físico, para análisis de pruebas.

Tabla II. **Resumen de variables e indicadores**

<b>Objetivo</b>	<b>Variables</b>	<b>Tipo</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Plan de tabulación</b>
Determinar el comportamiento de la vida útil del alimento balanceado para animales, mediante análisis de actividad de agua	Comportamiento de la vida útil en los alimentos balanceados, mediante análisis de AW	Independiente/ Cualitativa	Revelar la situación actual del alimento, sometido a pruebas de AW	Datos obtenidos por observación directa y pruebas en laboratorio
Determinar la causa del aumento de temperatura en los alimentos balanceados para animales, según factores internos o externos.	Causas del incremento de temperatura en el alimento balanceado, expuesto a diferentes ambientes.	Independiente/ Cualitativa	Evaluación de las causas del incremento de temperatura en los alimentos balanceados.	Datos obtenidos mediante pruebas y datos históricos.
Definir los parámetros que se deben controlar al momento de la elaboración de alimentos balanceados para animales y establecer un método adecuado para definir la vida útil de un alimento, sin alterar sus niveles nutricionales	Parámetros que se deben controlar para garantizar la vida útil de un alimento balanceado	Independiente/ Cualitativa	Mejora en el monitoreo de los alimentos y mejora en los parámetros de control	Interpretación de los resultados obtenidos y propuesta de mejora.

Fuente: elaboración propia.

## 9.5. Fases de la investigación

Fase 1. Revisión documental y antecedentes del problema, se determinará la situación actual del problema y se verificará si existe algún tipo de plan estratégico para la solución o control del problema.

Fase 2. Realizar un análisis causa raíz para determinar cuál es la principal causa del problema de sobre calentamiento del alimento balanceado y un FODA para determinar las fortalezas y debilidades del proceso y de la elaboración o formulación del problema de descomposición del alimento. Se utilizarán instrumentos de laboratorio para toma de muestras y análisis, con estos datos se logrará determinar las causas del problema.

Fase 3. Elaboración de objetivos relevantes y soluciones claras para el desarrollo de la una estrategia de inocuidad que permita la conservación de los alimentos balanceados. Se realizarán análisis de actividad de agua, humedad, se tomarán en cuenta parámetros físicos, ambientales y sobre todo procedimiento de almacenamiento.

- Fase 4. Diseño y elaboración de indicadores de calidad que garanticen la inocuidad de los alimentos balanceados y para el control de micotoxinas y descomposición previa a su fecha de caducidad. Recuento total de Coliformes (Laboratorio externo de ser necesario)

Esto se llevará a cabo realizando tomas de muestras a diferentes productos en los cuales se analizarán:

- Recuento total de bacterias (laboratorio externo de ser necesario)

- Recuento total de mohos y levaduras (laboratorio externo de ser necesario)
- Recuento de *E. Coli*. (laboratorio externo de ser necesario)
- Análisis nutricional
- Análisis de humedad
- Análisis de actividad de agua (Aw)
- Revisión organoléptica (olor, color, compactación, plagas)
- Temperatura ambiental
- Temperatura del alimento

Fase 5. Diseño y elaboración de indicadores de proceso para el control de la seguridad alimentaria e inocuidad de los alimentos balanceados para animales, esto permitirá un control más exacto y alimentos con mejor rendimiento en el campo. Esto se llevará a cabo mediante un estudio de vida de anaquel tomando en cuenta diferentes tipos de productos y llevándolos a ambientes extremos para determinar cuál es su comportamiento, estando expuestos a diferentes tipos de clima y/o condiciones de almacenamiento.

La frecuencia de los análisis será cada 6 días hasta cumplir con los días declarados de vida de anaquel del producto por analizar. Con las muestras deberán realizarse pruebas microbiológicas para el análisis del recuento total de bacterias, recuento total de mohos y levaduras. Se realizarán gráficos de los resultados

- Microbiológicos – tiempo
- Aw - humedad

Tabla III. **Los criterios microbiológicos de referencia según RTCA vigente**

<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	<b>Recuento Total De Bacterias UFC/GR-37°C</b>	<b>Recuento Total de Coliformes</b>	<b>Recuento de E. Coli</b>	<b>Mohos y Levaduras</b>
<b>Estándar Inicial</b>	≤ 10,000	≤ 100 UFC/gr	≤ 10 UFC/gr	≤ 500, 000 UFC/gr
<b>Estándar Final</b>	≤ 100,000			

Fuente: RTCA. (2012). *Reglamento técnico centroamericano, criterios microbiológicos.*

Fase 6. Diseño y elaboración de indicadores de aprendizaje y crecimiento de la estrategia de inocuidad, se logrará a través de inducción al personal operativo y a los inspectores de calidad para que logren identificar los métodos a utilizar para el cumplimiento de la estrategia de inocuidad. Se indicarán cuáles serán los nuevos parámetros de control los cuales se obtendrán del estudio en la fase anterior y análisis de los alimentos.

Al determinar cuáles son los factores que afectan directamente la vida útil de los alimentos se notificará a todo el personal y se implementarán nuevos parámetros de control, los cuales ayudarán a garantizar la vida útil de los alimentos balanceados y, sobre todo, garantizar la calidad del alimento.

Fase 7. Diseño y elaboración de indicadores para determinar la satisfacción del cliente, esto se hará a través de resolución de quejas y seguimiento a reclamos, por medio de una base de datos que permitirá el control de cada queja presentada por los clientes.



## 10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Durante la investigación será necesario realizar varios análisis e indicadores estadísticos que se detallan a continuación:

- Gráficas lineales: estas determinarán gráficamente el comportamiento de los resultados obtenidos durante los análisis a través del tiempo, en la cual se podrán comparar dos o más variables y determinar su comportamiento.
- Gráficas de pastel: presentarán los porcentajes obtenidos durante la investigación, como descomposición del alimento a través de incremento de mico toxinas durante un periodo determinado.
- Diagramas de causa raíz: es básico en este tipo de investigación consiste en encontrar la causa raíz del problema, en esta ocasión se utilizará para determinar el porqué de la descomposición previa y se encontrarán posibles soluciones según sea el caso.
- Análisis de actividad de agua: este parámetro físico será clave durante el desarrollo de la investigación, debido que permite determinar la cantidad de microorganismos que se encuentran en el alimento a través del tiempo y brinda un índice de descomposición.
- Análisis sensorial: será necesario realizar este análisis debido que se evaluarán físicamente las muestras, el color, aspectos físicos como humedad, textura del alimento, aparición de moho u hongos, olores, crecimiento o aparición de plagas.

- Los indicadores estadísticos para realizar los análisis de los datos obtenidos serán la media, desviación estándar, la mediana, moda.

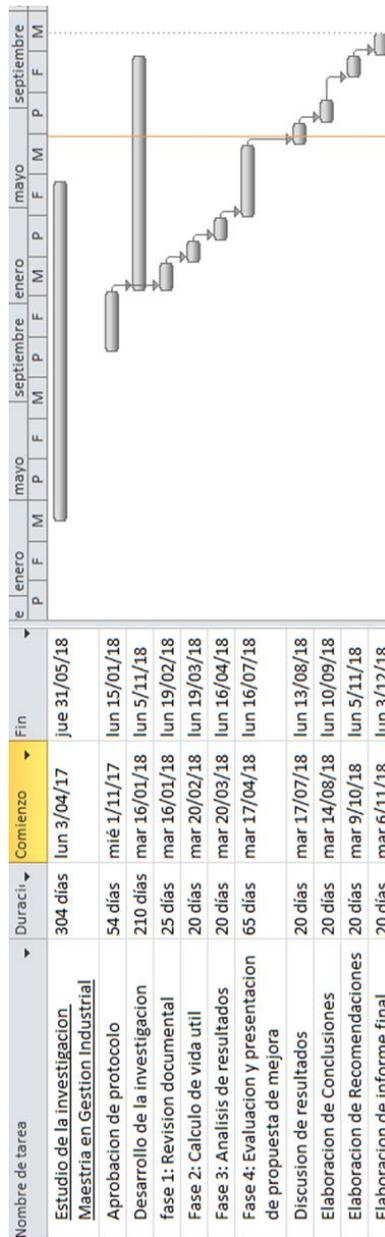
Tabla IV. **Fórmulas estadísticas necesarias para la investigación**

<b>Fórmulas estadísticas, media aritmética, mediana, moda, desviación estándar</b>		
<b>INDICADOR</b>	<b>FÓRMULA</b>	<b>¿QUÉ DETERMINA?</b>
<b>Media Aritmética</b>	$X = \frac{\sum X}{N}$	Promedio de los datos
<b>Mediana</b>	$Md = \frac{N + 1}{2}$	Numero central de un grupo de números ordenados
<b>Moda</b>	<i>Mo. el dato mas frecuente</i>	Valor con mayor frecuencia
<b>Desviación estándar</b>	$\sqrt{\frac{\sum (X - Md)(X - Md)}{N}}$	Comportamiento de los datos (medida de dispersión)

Fuente: elaboración propia.

# 11. CRONOGRAMA

Figura 4. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## 12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

El recurso financiero del estudio para llevar a cabo la investigación requerirá de aportes económicos por parte del investigador, asimismo de:

- Humanos: personal a disposición para realizar las tareas requeridas en la investigación.
- Tecnológicos: sistema de control y equipo de medición para la observación del comportamiento de variables, acceso a internet.
- Información: acceso a la información requerida en la investigación con el compromiso de respetar los derechos de propiedad.
- Equipo e infraestructura: la utilización de los equipos de informática y mobiliario dentro de la empresa, así como la infraestructura que permita la realización de la investigación.

Tabla V. **Recursos por utilizar durante la investigación**

<b>No.</b>	<b>Recursos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Porcentaje</b>
1	Intelectual	Tiempo del investigador	Q 25,000.00	42.10 %
2	Factor Humano	Asesoría	Q 2,500.00	16.44 %
3	Materiales	Papelería y útiles	Q 2,200.00	14.47 %
4	Transporte	Gasolina	Q 2,300.00	15.13 %
5	Tecnológico	Internet	Q 800.00	5.26 %
6	Varios	Imprevistos	Q 1,000.00	6.57 %
			<b>Q 33,800.00</b>	<b>100 %</b>

Fuente: elaboración propia.

### 13. REFERENCIAS

1. Agatangelo, J. (2007). *Estudio del comportamiento cinético de microorganismos de interés en seguridad alimentaria con modelos matemáticos*. (Tesis de maestría) Universidad Autónoma de Barcelona Facultad de Veterinaria Departamento de Ciencia Animal y de los Alimentos, Área de Nutrición y Bromatología, Barcelona España.
2. AGEXPORT. (2017). *Industria de alimentos y bebidas Guatemala*, Recuperado de <https://www.alimentosdeguatemala.com/shortcode>.
3. Alimentos y bebidas. (2017). *Quiénes somos – alimentos y bebidas – de exportación*. Alimentos de Guatemala. Recuperado de: <https://www.alimentosdeguatemala.com>.
4. Alltech, (2016). *Animal Nutrition, Animal Feed Supplements*, publicado por Alltech en mayo 2016. Recuperado de: <https://es.alltech.com>.
5. Avícola, (2017). *Peletizado y calidad del pellet – El Sitio Avícola*. Recuperado de: <https://www.elsitioavicola.com>.
6. Behnke, K.C. (1992). *El arte Ciencia del peletizando*. Recuperado de <https://www.industriaavicola.net/nutricion-y-fabricacion-de-alimentos-balanceados/el-arte-ciencia-del-peletizado/>

7. Carlos, J. (2017). *Alimentos concentrados o balanceados* Recuperado de:  
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Concentrados.pdf>.
8. CTMA-CONSULTORES (2018). *Sistemas de gestión*. Valdemoro Madrid. Recuperado de: <https://ctmaconsultores.com/sistemas-gestion-integrados/>.
9. Elika, (2015). *Micotoxinas en alimentación animal-NutriNews*. Recuperado de: [www.nutricionanimal.info](http://www.nutricionanimal.info).
10. Fuentes, M. (2004). *Limpieza y desinfección en la industria alimentaria, E & L Empresas & Limpieza*. Recuperado de: <https://www.empresaylimpieza.com/not/862/limpieza-y-desinfeccion-en-la-industria-alimentaria/>.
11. González, B. (2015). *Alimentación. Contaminantes en alimentos*. Énfasis. Recuperado de: <https://www.alimentacion.enfasis.com>.
12. González, M. (2016). *La guía química. Metabolitos secundarios de las plantas*. Recuperado de: <https://www.quimica.laguia2000.com>.
13. Gómez, D. Gladys, J., Rodríguez, R., y Rincón. G. (2015). *Efecto de las propiedades inhibitorias de mohos a escala de laboratorio de tres productos comerciales compuestos por sales derivados del ácido propiónico sobre los mohos presentes en el maíz (Zea mays)* Facultad de Salud, Cúcuta. Colombia – Mohos en maíz, Engormix- Recuperado de: <https://www.engormix.com>.

14. Mallmann, C., Hummes, R., Giacomini, L. (2014). *Factores de formación de las micotoxinas y sus formas de control, Factores que intervienen en la producción de micotoxinas*. Laboratorio de análisis Micotoxicológicos, Brasil: Universidad Federal de Santa María de Brasil.
15. Mallmann, C., Ricardo, H., Tauber, Giacomini, L. (2000). *Factores de formación de las micotoxinas y sus formas de control. Laboratorio de análisis micotoxicológicos*, Departamento de Medicina Veterinaria Preventiva. Universidad Federal de Santa María de Brasil.
16. Morato, G. (2008). *La caducidad de los alimentos*. Recuperado de: <https://www.Consumer.es>
17. Peribáñez J, (2014) – *Explicaciones simples. Diferencia entre actividad de agua y contenido de agua*. Recuperado de: <https://www.explicaciones-simples.com>.
18. Riveros, H y Baquero, M. (2004). *Inocuidad, calidad, y sellos alimentarios, la organización en cadenas, una forma de buscar eficiencia y competitividad vía la calidad y la diferenciación*. Quito Ecuador 2004, Editor. IICA
19. Reglamento Técnico Centro Americano 65.05.63:11, (2012). *Productos utilizados en alimentación animal. Buenas prácticas de manufactura y su listado de verificación de buenas prácticas de manufactura*. Resolución No. 300-2012, Managua, Nicaragua.

20. Sarcido, A. (2017). *Digestibilidad in situ de la materia seca de un subproducto avícola usado en la alimentación de rumiantes*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Torreón, Coahuila.
21. Soriano, J. (2007). *Micotoxinas en alimentos y ¿Qué son las micotoxinas?, toxicidad*. Madrid, España. Ediciones Diaz de Santos.
22. Tortola, Gerad, J., Berdell, R., y Case, C. (2017). *Introducción a la microbiología*. Buenos Aires: Editorial Medica Panamericana.
23. Ucha, F. (2011). *Inocuidad. Definición ABC*. Recuperado de: <https://www.definicionabc.com/salud/inocuidad.php>
24. Vázquez, F. (2016). *Estrategias en inocuidad alimentaria sobre frutas y hortalizas. México. Coordinador del Programa de Inocuidad Alimentaria,* Recuperado de: <https://www.horticultivos.com/programas/estrategias-inocuidad-alimentaria-frutas-hortalizas/>
25. Villacorta, L. (2015). *Actividad de agua y las isoterms de adsorción en productos alimenticios*. Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
26. Zevallos, J. (2014). *Guía para la implementación de un sistema de inocuidad para una planta de alimentos balanceados de origen agrícola*. Arequipa, Ucsm.

## 14. APÉNDICES

### Apéndice 1. Parámetros físicos por analizar

	<b>Humedad (Físico)</b>	<b>Aw</b>	<b>Temperatura alimento (°C)</b>	<b>Temperatura ambiente (°C)</b>	<b>Organoléptico</b>
<b>Estándar</b>	12.5	0.67	Ambiente		Sin olores extraños, libre de terrones
<b>Día 0</b>					
<b>Día 6</b>					
<b>Día 12</b>					
<b>Día 18</b>					
<b>Día 24</b>					
<b>Día 30</b>					
<b>Día 36</b>					
<b>Día 42</b>					
<b>Día 48</b>					
<b>Día 54</b>					
<b>Día 60</b>					

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Parámetros microbiológicos por analizar**

	Recuento Total de Bacterias (UFC/gr)	Recuento Total de coliformes (UFC/gr)	Recuento de E. Coli (UFC/gr)	Recuento de Mohos y Levaduras (UFC/gr)
<b>Estándar</b>	≤ 100,000	≤ 100	≤ 10	≤ 500,000
<b>Día 0</b>				
<b>Día 6</b>				
<b>Día 12</b>				
<b>Día 18</b>				
<b>Día 24</b>				
<b>Día 30</b>				
<b>Día 36</b>				
<b>Día 42</b>				
<b>Día 48</b>				
<b>Día 54</b>				
<b>Día 60</b>				

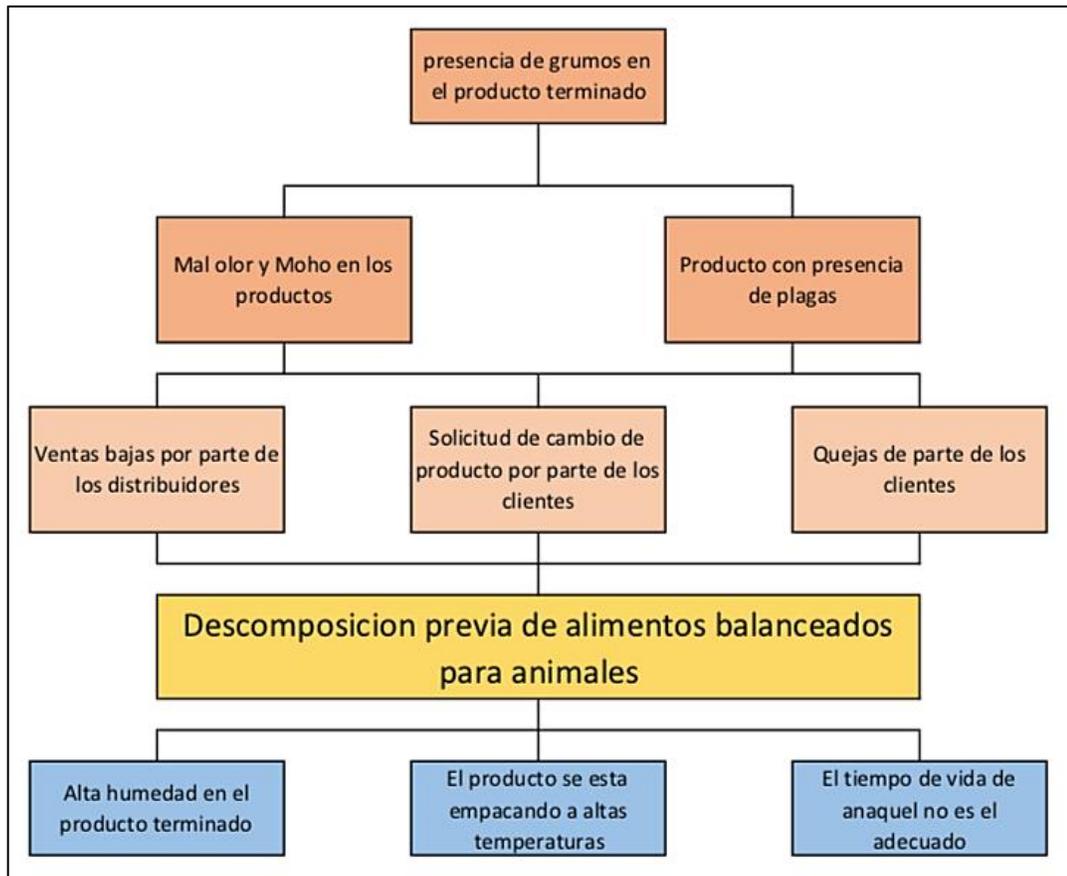
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Parámetros de análisis nutricionales**

Día	Proteína	Grasa	Fibra	Humedad	Calcio	Fósforo
<b>0</b>						
<b>6</b>						
<b>12</b>						
<b>18</b>						
<b>24</b>						
<b>30</b>						
<b>36</b>						
<b>42</b>						
<b>48</b>						
<b>54</b>						
<b>60</b>						

Fuente: elaboración propia.

#### Apéndice 4. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

