



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Ciencia y Tecnología de los Alimentos

**APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE
MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE
SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Ing. Nelson Dario Barraza López
Asesorado por M.A Blanca Azucena Méndez Cerna

Guatemala, octubre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE
MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO,
DEPARTAMENTO DE SCATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. NELSON DARIO BARRAZA LÓPEZ

ASESORADO POR LA M.A BLANCA AZUCENA MÉNDEZ CERNA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	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	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Hilda Piedad Palma de Martini
EXAMINADOR	Lic. Blanca Azucena Méndez Cerna
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:

**APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCION DE
MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO,
DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 12 de enero 2022.

Ing. Nelson Dario Barraza López

LNG.DECANATO.OI.687.2022

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 Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por: **Nelson Dario Barraza López**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, octubre de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, octubre de 2022

LNG.EEP.OI.687.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA”

presentado por **Nelson Darío Barraza López** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Ciencia y tecnología de alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**





Guatemala 24 de mayo 2022

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el Informe Final y el Artículo Científico del trabajo de graduación titulado **APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS EN UN PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, del estudiante **Nelson Dario Barraza López** quien se identifica con número de carné **200010663** del programa de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,


MSc. Hilda Piedad Palma de Martini
Coordinadora



Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 15 de mayo del 2022.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **“APROVECHAMIENTO DE LA CASCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO DEL DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ, GUATEMALA”** del estudiante **Nelson Darío Barraza López** del programa de Maestría en **Ciencia y Tecnología de los Alimentos**, identificado con número de carné: **200010663**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Licda. Blanca A. Méndez C.
NUTRICIONISTA
COLEGIADO No. 1586
M. Sc. Magister en Salud Pública
con Énfasis en Epidemiología y Gerencia

MSc. Lic. Blanca Azucena Méndez Cerna

Colegiado No. 1586

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser nuestro padre celestial, por enseñarme la luz del buen camino para seguir un propósito y en la vida que es lo más grande que me ha dado.

Mis esposa e hijas

Silbia Gabriela Aguirre Guerra, Adriana Gabriela y Elena Isabella Barraza Aguirre por ser mi motivación mi fuerza impulsora y todo el amor que me dan para seguir adelante en mi carrera profesional.

Mis padres

Ramiro Barraza y Floridalma López, por darme las herramientas para enfrentar y desarrollarme en la vida, así como profesionalmente, un regalo con mucho amor que recibí de ellos con mucho esfuerzo.

Mis hermanos

Jairo, Floridalma y Corina Barraza, por ser parte de la motivación para mi desarrollo profesional, así como seguir sus pasos por sus éxitos en la vida.

AGRADECIMIENTO A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi formadora y brindarme la más alta calidad de educación para integrarme a la industria guatemalteca y cosechar éxitos.
Planta de alimentos	Por darme el apoyo y abrir las puertas para la ejecución del trabajo de tesis, así como el recurso necesario para desarrollarlo ya que será un beneficio económico y financiero para la corporación.
Mi asesora	Blanca Azucena Méndez Cerna por todo su apoyo, colaboración y conocimientos compartidos a lo largo de la maestría.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XI
OBJETIVOS.....	XV
RESUMEN MARCO METODOLÓGICO	XVII
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Generalidades	1
1.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas	1
1.1.2. Análisis a nivel internacional.....	1
1.1.3. Análisis a nivel nacional.....	14
2. MARCO TEORICO.....	15
2.1. Piña	15
2.1.1. Porcentaje en peso de la piña	15
2.1.2. Tabla nutricional de la piña	16
2.1.3. Producción mundial de la piña.....	16
2.1.4. Producción de piña en Guatemala.....	17
2.2. Pectina en cáscara de piña	18
2.3. Mermelada según Codex alimentarius	18
2.4. Mermelada según FDA.....	19
2.5. Vida de anaquel de un producto.....	19
2.5.1. Estimación de la vida de anaquel	19

2.5.2.	Análisis de costo beneficio	20
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	21
3.1.	Proceso para la elaboración de mermelada con cáscara de piña.	21
3.2.	Resultado organoléptico de la mermelada con cáscara de piña	22
3.3.	Resultados microbiológicos de la mermelada con cáscara de piña.	23
3.4.	Estudio beneficio costo	24
3.5.	Relación beneficio costo	25
3.6.	Mejora en la producción de mermeladas	26
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	27
4.1.	Análisis interno.....	27
4.2.	Análisis externo.....	31
	CONCLUSIONES.....	33
	RECOMENDACIONES	35
	REFERENCIAS.....	37
	APÉNDICES.....	41
	ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Producción mundial de piña 2019	17
2.	Pasos para la elaboración de mermelada con cáscara de piña.....	21

TABLAS

I.	Operacionalización de variables.....	XIX
II.	Escala numérica de calificación panel sensorial	22
III.	Resultados organolépticos panel Comité de Diseño y Desarrollo	23
IV.	Promedio de resultados organolépticos	23
V.	Resultados microbiológicos referencia categoría 4.2.4 jaleas, mermeladas y relleno de frutas para pastelería RTCA.....	24
VI.	Datos de beneficio y costo para 5 años según la vida útil del equipo	25
VII.	Datos producción usando mermelada con cáscara de piña al mes	26

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius
°Brix	Grados Brix
PSI	Libras por pulgada cuadrada
mbar	Milibares
rpm	Revoluciones por minuto
UFC	Unidades formadoras de colonias

GLOSARIO

Azúcares fermentables	Son azúcares que son ingeridos por levaduras y transformadas por alcohol y dióxido de carbono.
Adorción	Es el proceso cuando un sólido se utiliza para eliminar una sustancia soluble en el agua.
AOAC	Association of Analytical Communities.
Calidad	Conjunto de variedades inherentes que permite caracterizarla y valorarla a los restantes de su misma especie, variedad entre otros.
Codex alimentarius	Código alimentario.
Consistencia Bostwick	Mide la consistencia de productos viscosos midiendo la distancia recorrida mediante un intervalo de tiempo determinado.
Cuantitativo	Se refiere a la naturaleza numérica de los datos, métodos e investigaciones.
Cualitativo	Relación con la calidad o cualidad de algo.
COGUANOR	Comisión guatemalteca de normas.

FAOSTAT	Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura.
FDA	Food Drug Administration. Administración de alimentos y medicamentos de Estados Unidos.
Inocuidad	Es el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución, y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud.
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
Organoléptico	Percepción de los órganos del sentido.
Pectina cítrica	Polisacárido de origen vegetal soluble se obtiene por la extracción de cítricos, para dar una consistencia a diferentes productos procesados.
Reacciones de Maillard	Consiste en la unión no enzimática del grupo carbonilo principalmente de aldehídos y cetonas de azúcares reductores como la glucosa y la fructuosa, con el grupo amino de proteínas o ácidos nucleicos.

Rastrojo	Parte baja de la caña de azúcar que sirve para cubrir el suelo de altas temperaturas o complemento para comida de animales.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano.
Vida de anaquel	Se considera como el período de tiempo en el cual el alimento conserva sus atributos esperados por el consumidor para poder comercializar.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se describen aspectos sobre el problema de aprovechar la cáscara de piña para la mejora en la producción de mermeladas se define y delimita el problema, se plantean las preguntas de investigación, se describen las necesidades por cubrir y se identifica la ubicación del área de estudio.

Para contrarrestar contaminaciones ambientales y generación de plagas, la solución es el uso del desecho e incorporándolo a una mermelada con propiedades organolépticas, parámetros microbiológicos y fisicoquímicos, así como la vida de anaquel aceptables y el impacto económico al utilizar todo el fruto que es significativo para la empresa de producción de mermeladas.

No existe un proceso para el aprovechamiento de la cáscara de piña que determina las propiedades organolépticas, microbiológicas, fisicoquímicas, vida de anaquel e impacto económico en la mejora de la producción de mermeladas.

Existen tecnologías que aprovechan subproductos en la producción de bienes y servicios para generar un impacto económico en las industrias si no productos que tiene una calidad o similar al producto primario. El proceso de aprovechamiento de subproductos especialmente que son potencialmente contaminantes ambientales se le llama producción más limpia.

En la producción de mermelada de piña que se genera como desecho la cáscara de piña derivado de propiedades de calidad en imagen en el producto

final, no se ha establecido el aprovechamiento de la cáscara de piña para la mejora de producción de mermeladas en una planta de alimentos.

El usar la cáscara de piña e incorporar en un producto de calidad es de total importancia; en la cáscara de piña se incorporan nutrientes esenciales, así como pectina cítrica que ayuda a tener la consistencia de la mermelada y reducir la cantidad que representa, así como el aprovechamiento del fruto completo que es un impacto económico positivo.

La falta de un procedimiento o proceso para el aprovechamiento de la cascará de piña para la mejora de la producción de mermelada conducirá a determinar los pasos y la comparación organoléptica, microbiológica y beneficio costo respecto a una mermelada sin cascará de piña.

Esto lleva a plantear la pregunta principal del estudio:

¿Cómo aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos, ubicado en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez Guatemala?

Para responder a esta interrogante se contestaron las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuáles son los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez Guatemala?

- ¿Qué mermelada es aceptable organolépticamente si una mermelada con cáscara de piña o una mermelada sin cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala?
- ¿Cuál es el efecto de la calidad microbiológica al añadir cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala?
- ¿Cuál es el resultado del costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala?

OBJETIVOS

General

Aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Específicos

1. Determinar los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos.
2. Comparar organolépticamente una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña, para la mejora de la producción en una planta de alimentos.
3. Determinar los efectos en la calidad microbiológica al añadir cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos.
4. Determinar el costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos.

RESUMEN MARCO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

El tipo de investigación que se aplicó fue del tipo descriptivo experimental, debido a que es necesario analizar y determinar propiedades fisicoquímicas, organolépticas, microbiológicas y de rentabilidad de la mermelada de cáscara de piña y mermelada sin cáscara de piña.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental, con la información recolectada y analizada, se realizó el prototipo analizando el resultado de sus parámetros fisicoquímicos, organolépticos, microbiológicos, estabilidad y rentabilidad respecto la mermelada con cáscara de piña y mermelada sin cáscara de piña, para esto se aplicó un tipo de diseño descriptivo comparativo experimental.

Enfoque de la investigación

El enfoque del estudio fue mixto, por la comparación de una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña especialmente en sus propiedades organolépticas de olor, color, sabor y consistencia, así como la rentabilidad o impacto económico. Los demás parámetros fueron cuantitativos basado en norma RTCA “criterios microbiológicos” COGUANOR NG 34 064 “mermelada de piña” propiedades fisicoquímicas.

- Variables

Las variables estudiadas durante el proceso de esta investigación fueron: cualitativos parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, cantidades en kg y rentabilidad financiera y cuantitativos como los parámetros de evaluación organoléptica, sabor, olor, color, consistencia.

- Alcance

El alcance del trabajo de investigación fue el aprovechamiento de la cáscara de piña para la mejora de producción de mermeladas en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. Se realizó y formuló una mermelada con cáscara de piña cumpliendo con la norma RTCA “Criterios Microbiológicos” y COGUANOR.

Se tomaron tres muestras de enero, febrero y abril 2022 de las cuales se tomaron los datos para formular la mermelada con cáscara de piña. La formulación fue experimental en área de diseño y desarrollo que lo componen seis áreas de proceso de la organización, no se tiene establecido un Departamento de diseño y desarrollo con panelistas entrenados para degustaciones si no lo conforman una persona de cada departamento con experiencia de 20 a 10 años en la industria alimentaria.

El alcance de la investigación es de tipo experimental comparativo, se utilizan los métodos cualitativo y cuantitativo. Cualitativo como las variables de medición y parámetros kilogramos, parámetros microbiológicos, parámetros fisicoquímicos, valores en quetzales, cuantitativos la secuencia de los pasos para elaboración de la mermelada, panel sensorial de parámetros como olor, sabor, color y consistencia comparados con la mermelada sin cáscara de piña.

- Operación de variables

En la siguiente table se detallan las variables

Tabla I. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Determinar los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en la planta de alimentos	Procedimiento	Es un conjunto de acciones y pasos que se tiene que realizar para obtener resultados bajo las mismas circunstancias	Secuencia de pasos	Serie de pasos
Comparar organolépticamente una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña, para determinar su aceptabilidad	Propiedades organolépticas	Son todas las características físicas de la materia en general	Color, olor, sabor y consistencia	Escala hedónica de 1 a 5 desde le disgusta mucho hasta le gustó mucho.

Continuación de la tabla I.

Objetivo	Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Determinar la inocuidad de la mermelada desarrollada con la cáscara de piña a través de análisis microbiológicos	Parámetros microbiológicos	Es un parámetro de gestión de riesgo que indica la aceptabilidad del alimento y funcionamiento ya sea del proceso o del sistema del control de inocuidad de los alimentos	UFC/g	Unidades formadoras de colonias de mohos y levaduras por g
Determinar el costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos	Beneficio-costo	Es una herramienta financiera que comparara el costo de un producto vrs. el beneficio que esta entrega, para evaluar la mejor decisión.	Q	Beneficio /Costo

Fuente: elaboración propia.

- Técnicas de análisis de la información

Se tomaron ingresos de piña aceptados y liberados por aseguramiento de calidad para, luego, tomar datos del año 2022 y se calculó se el porcentaje de desecho fue fundamental para el análisis de costo beneficio, así como la toma de muestra representativa de los ingresos que fueron primordiales para la elaboración y formulación de la mermelada con cascará de piña.

El muestreo se realizó para los ingresos de piña de los meses enero, febrero y abril del año 2022.

La investigación se desarrolló en las fases que se detallan a continuación:

- Fase 1: recolección de datos

Se recolectaron datos y muestras representativas de tres ingresos de piña ya liberados por aseguramiento de calidad de los meses enero, febrero, y abril año 2022. Para tomar las muestras, se realizó un lavado de la piña completa eliminando contaminantes físicos que fue vital para elaborar la mermelada con cáscara de piña, así como determinar el porcentaje de merma o cáscara que se desperdicia

- Fase 2: elaboración de mermelada con cáscara de piña

De las muestras representativas de los tres ingresos de piña de los meses de enero, febrero y marzo año 2022 se elaboró mermelada con cáscara de piña en un equipo de capacidad máxima de 8 kilogramos marca Roboqbo-8 con condiciones y parámetros como tiempo, temperatura, presión de vacío y RPM de cuchilla.

- Fase 3: análisis fisicoquímico, microbiológico y organoléptico

A la mermelada con cáscara de piña le realizaron el siguiente análisis:

pH

Grados Brix

Cantidad de colonias formadoras para mohos y levaduras $<10^2$

- Fase 4: estudio beneficio costo

Durante esta fase se realizó el estudio beneficio costo comparando la mermelada sin cascará de piña y la mermelada con cascará de piña para determinar la pérdida de no usar la cascará que será a la vez el impacto positivo si se usa, así como el rendimiento de dicha mermelada.

- Fase 5: informe final

Los datos recolectados fueron interpretados para elaborar el informe final.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación es una innovación en la línea de investigación del desarrollo de líneas de producción que utiliza materias primas subutilizadas en la industria de alimentos.

En la planta de alimentos para la producción de mermeladas se genera como merma la cáscara de piña, que no es utilizada y se desechada para su destrucción, la merma genera contaminación ambiental, propagación de plagas y un impacto económico negativo por no aprovechar el costo total del fruto, solo el 46 % es aprovechable del fruto y el otro 54 % es cáscara de piña como desecho.

La importancia de la investigación es aprovechar la cascará de piña generada como merma para la mejora de la producción de mermeladas en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento Sacatepéquez, Guatemala, elaborando una mermelada que cumple con las normas guatemaltecas de calidad e inocuidad, así como el impacto económico positivo que será benéfico para la organización y el medio ambiente.

Los resultados obtenidos del estudio fue la elaboración de la mermelada con cáscara de piña en cumplimiento con las normas COGUANOR 34 064 y RTCA criterios microbiológicos categoría 4.2.4, así como la aceptación por un panel sensorial del Comité de Diseño y Desarrollo de la planta de alimentos respecto a los parámetros organolépticos de olor, color, sabor y consistencia.

El beneficio del estudio fue un impacto económico positivo respecto al resultado beneficio costo siendo un proyecto rentable en un periodo de 5 años según la vida útil de un equipo a adquirir de lavado pelado de piña.

La metodología usada es del tipo descriptivo comparativo experimental debido a que se realizó la mermelada con cáscara de piña comparando sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas respecto a una mermelada sin cáscara de piña. Se llevó a cabo recolectando muestras y datos representativas de tres ingresos de piña de los meses de enero, febrero y abril del presente año. Las fases de investigación fueron 5: la primera fase corresponde a la recolección de datos y muestras, la segunda fase es la preparación de muestras, la tercera fase es la elaboración de mermelada con cáscara de piña, la quinta fase son los análisis de resultados y la sexta fase fue la tabulación de datos e informe final.

La factibilidad del estudio fue considerada por la presidencia y dirección general de la planta de alimentos que autorizó y se brindaron los recursos como la cáscara de piña, recurso humano, laboratorio de fisicoquímica y microbiología y en panel sensorial de los integrantes del comité de diseño y desarrollo. La elaboración de la mermelada con cáscara de piña es un beneficio económico para la planta de alimentos, por los aumentos de precios de fertilizantes y mano de obra relacionados con el contexto externo por la cual es necesario el aprovechamiento del precio compra de la piña rescatando el 54 % como merma o desecho e integrarlo en el producto final. La dificultad en el trabajo de investigación fue el resultado de la vida de anaquel.

La planta de alimentos envía sus muestras a laboratorio externo cada mayo del año en curso y el tiempo del estudio es alrededor de 6 meses por lo tanto el resultado se tendrá hasta el mes de noviembre 2022, por políticas de la planta de alimentos. La fórmula y los parámetros de operación en equipo no se describen por ser datos de confidencialidad de la planta de alimentos.

La estructura del informe final contiene lo siguiente:

Capítulo I marco teórico donde se detalla la información importante que fue de base y soporte para la investigación, el capítulo II se presentan los resultados del estudio llegando a obtener una mermelada con cáscara de piña con propiedades organolépticas aceptables, así como sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas aceptables con un impacto económico positivo para la rentabilidad de la planta de alimentos, capítulo III discusión de resultados donde se describe como se llegaron a obtener los resultados que causas o consecuencias se llevó obtenerlos, así como su comparación objeto del estudio con otras investigaciones similares, por último, se describen las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

1. MARCO REFERENCIAL

En el presente capítulo se describen y analizan investigaciones previas, así como los resultados sobre los diferentes usos de la cáscara de piña que se generan como merma, desecho o subproductos en las industrias de alimentos o usos directos de la cascará.

1.1. Generalidades

Comprender cómo utilizar la cáscara de piña para generar un bien o servicio, así como el impacto económico y ambiental que generan. Es de vital importancia recopilar antecedentes a nivel nacional e internacional para comprender y enfocar el estudio objeto de la investigación.

1.1.1. Análisis de resultados de investigaciones previas

La recopilación de antecedentes a nivel nacional e internacional será fundamental para enfocar el estudio de investigación.

1.1.2. Análisis a nivel internacional

Los antecedentes a nivel internacional serán de importancia para soporte de la investigación, derivado de varios estudios que relacionan y determinan resultados que serán base para el objetivo de la investigación.

Los investigadores Ciliana Flores Montes y Andrés Felipe Rojas Gonzáles, de la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química, publicaron en el año 2018 en la revista de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Nacional de Colombia con sede en Manizales, la investigación “Aprovechamiento potencial de residuos de la agroindustria caldense según su composición estructural”, que identifica la caracterización estructural para aprovechar su potencial, lo más importante del estudio se muestra a continuación” (Montes, 2018, p. 3).

La caracterización se lleva a cabo mediante la determinación de componentes estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) y no estructurales (extractivos y cenizas) según su composición estructural. Los residuos para estudiar son semillas de naranja y mandarina, el vástago de tomate de árbol, cáscaras de mango, guanaba, maracuyá y plátano tiene potencial aprovechamiento en la industria de papel, textil, alimenticia y la de azúcares fermentables. Los residuos con porcentajes importantes de hemicelulosa como la cáscara de piña, tomate de árbol y semillas de tomate de árbol se pueden utilizar en la industria química, alimenticia y farmacéutica. En la investigación los residuos generados en la agroindustria de Caldas, Colombia se llevaron a cabo fueron sometidos a estudios para caracterizarlos y definir el uso potencial que se les puede aplicar en las diferentes industrias. (Montes, 2018, p.6)

La cáscara de piña presenta altos porcentajes de compuestos extractivos como antioxidantes, ácidos fenólicos, flavonoides, taninos y lignanos que son de gran importancia para la captura de radicales libres y regeneración de células muertas, presenta extractos de xilitol que contribuye a un poder edulcorante similar a la sacarosa. (Montes, 2018, p.7).

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Montes, González en el año 2018 lo más importante en la investigación fue determinar los componentes estructurales y no estructurales como la celulosa, hemicelulosa, ligninas cenizas según los diferentes residuos en la agroindustria de Caldas, Colombia para la aplicación en las diferentes industrias. La cáscara de piña presenta antioxidantes y varios compuestos que capturan radicales libres, así como la presencia de xilitol como edulcorante.

Los investigadores Carolina Ardiles Ramírez, Angela María Palacio Londoño y Rolando Barrera Zapata, publicaron su investigación en el año 2018 *Cáscara de Piña como absorbente de colorantes típicos de la industria textil*.

Lo más importante en el estudio se muestra a continuación

El estudio se llevó a cabo la adsorción de una mezcla de colorantes utilizados en la industria textil sobre cáscara de piña cultivadas en regiones del Chocó y Urabá antioqueño. En el proceso se realizó para diferentes condiciones de pH, tamaño de partícula del adsorbente y tiempo de contacto entre los adsorbentes y la mezcla contaminante. Se concluyó que a un pH de 2.1, diámetro promedio de partícula del adsorbente de 0.6 mm y 8 horas de operación se logran porcentajes de recuperación del 59.2 %+- 1.9 de los colorantes de la cáscara de piña del Urabá y del 51.7+- 2.1 con las cáscaras de piña del Chocó, mientras que, en las mismas condiciones, la recuperación con carbón activado es del 34 % +- 2.1 similar al que se logra en la recuperación de la cáscara de piña y reutilizándolo dos veces en el proceso. (Ramírez, Palacio y Zapata, 2018, p.3)

Los resultados obtenidos en el proceso de absorción de colorantes con las cáscaras de piña del Chocó y Urabá antioqueño presentaron un porcentaje

de remoción cercana al 60 % que es levemente más efectivo las cáscaras de piña del Urabá antioqueño. Al disminuir el pH de la solución y el tamaño de partícula del adsorbente logran mejoras resultados, aunque el material pierde la capacidad de adsorción al ser reutilizado, incluso luego de dos reutilizaciones resulta efectivo como el adsorbente comercial de carbón activado. (Ramírez, Palacio y Zapata, 2018, p.7)

Según se explicó en la cita anterior se puede concluir, que el estudio realizado por Ramírez, Palacio y Zapata en el año 2018 lo más importante fue que con la cascará de piña de dos regiones actúa como un adsorbente natural de colorantes en la industria textil que se puede usar para optimizar los costos respecto a un adsorbente comercial como lo es el carbón activado.

Los investigadores P.G.I Días, J.W.A Sajiwanie y R.M.U.S.K Rathnayaka del Departamento de Ciencia y Tecnología de Los Alimentos, de la Universidad de Sri Lanka, India, llevaron a cabo el estudio en el año 2020 que consiste en conocer la *Composición química y fisicoquímica, así como las propiedades tecnológicas de frutas seleccionadas de cáscara para determinar su idoneidad para su uso como ingredientes alimentarios naturales.*

Lo más importante en el estudio se muestra a continuación:

El estudio de investigación se estudió cáscaras de cuatro variedades de frutas: piña, naranja, maracuyá amarilla y aguacate. Los desechos o cáscaras se recolectaron en la ciudad de Sri Lanka. Los métodos para determinar las composición química y fisicoquímica fueron por métodos de AOAC en seco. Entre las composiciones se puede mencionar: densidad aparente, valores de color, capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de emulsión, estabilidad emulsionante,

concentración mínima de gelificación, capacidad y estabilidad espumantes. (Días, Sajiwanie y Rathnayaca, 2020, p.3)

Los polvos de las diferentes cáscaras se evaluaron mediante el uso de diferentes sustancias físicas y pruebas químicas. Las lecturas se tomaron por triplicado. Los resultados demostraron que el aguacate y naranja son ricas en lípidos 99.00 +- 0.00 % respecto a las demás cáscaras son ricas en fibras crudas, el maracuyá amarillo mostró una capacidad de retención de agua alta 30 +- 0.00 %. Las cáscaras de naranja y piña pueden contribuir como buenos agentes de carga.

Las habilidades gelificante el aguacate presento debilidad no así las demás cáscaras en estudio, así como una fuente alta de fibras alimentarias que requieren retención de aceite y humedad. La cáscara de maracuyá amarillo tiene un potencial para uso como excelente hidrocoloide alimenticio.

En conclusión, para prolongar la vida útil de las cáscaras de frutas la eliminación de humedad adicional el contenido es imprescindible.

La desnaturalización de la proteína debido al secado es un inconveniente. Sin embargo, todas las cáscaras en polvo son buenas fuentes de fibra y ceniza.

El aguacate y la naranja son ricos en grasa cruda, dado que los aceites vegetales son ricos en lípidos de alta densidad (HDL) pueden usarse para reemplazar las fuentes de grasa animal. La cáscara de piña y naranja tiene un aroma significativamente agradable, que aumenta con el tiempo de secado.

La cáscara de aguacate y de piña tiene una excelente absorción de agua y capacidad de hinchamiento que tiene potencial para usar en hidrocoloide

alimenticio. El estudio revela la posibilidad del uso de desechos de cáscara de frutas en numerosas aplicaciones alimentarias. (Días, Sajiwanie, Rathnayaca, 2020, p.5)

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Días, Sajiwanie, Rathnayaca en el año 2017 lo más importante fue conocer la composición química y fisicoquímica de las cáscaras de piña, naranja, aguacate y maracuyá amarillo en polvo por medio de métodos de análisis AOAC y determinar la capacidad de los diferentes parámetros químicos y fisicoquímicos que pueden ser aplicados a la industria alimenticia.

Los investigadores Sininart Chongkhong y Chakrit Tongura, del Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería de la Universidad del Príncipe de Songkla, Tailandia, en el año 2019 llevaron a cabo el estudio *Optimización de la Producción de azúcar soluble a partir de cáscara de piña por pretratamiento de agua asistido por microondas*.

En el estudio se investigó un proceso alternativo que ofrece un enfoque rentable para la producción de azúcares fermentables. El proceso implicó el pretratamiento con agua de la cáscara de piña sin catalizador/ acelerador para producir azúcares solubles al utilizar calentamiento por microondas. La metodología por superficie de respuesta sirvió para analizar los efectos sobre el azúcar reductor y rendimientos totales de azúcar de variar la carga de biomasa en el microondas, potencia y tiempo de irradiación. (Chongkhong y Tongura, 2019, p.2)

Un beneficio adicional de la cáscara de piña es la que la fracción sólida después de completar el proceso anteriormente descrito se puede usar como materia prima para azúcares fermentables adicionales y etanol en

procesos posteriores. La producción de azúcar es el paso más importante en la producción de energía renovable al utilizar residuos agrícolas para realizar en un proceso que requiere menos reactivo, baja energía y una tecnología autosuficiente (Chongkhong y Tongura, 2019, p.10).

Según explicó en la cita anterior Chongkhong y Tongurai (2019) “al utilizar nuevas alternativas tecnológicas llegaron a obtener azúcar en un 80.2 %, teniendo 7.8 % de glucosa” (p.10).

Los investigadores Franco Maya, Rayas Amor, Salgado Cruz, Jiménez Guzmán, Miranda de la Lama, García Garibay y Días Ramírez, de la Universidad Autónoma Metropolitana (2020) realizaron la investigación *Películas comestibles elaborados con pectina de cáscara de piña*.

Lo importante del estudio se muestra a continuación.

El objetivo de la investigación es la obtención de una película comestible elaborada a partir de la cáscara de piña por medio de métodos ácidos de la cual se llevaron a cabo análisis de degradabilidad y perforación.

Primeramente, se obtuvo la pectina con hidrólisis ácida y la película se obtuvo por medio de glicerol tween 20. Los preparados se insertaron en cajas de Petri con volúmenes de siete y diez mililitros.

Respecto a la deformación y resistencia a la perforación, las pectinas de control mostraron mejores resultados que las de pectina de cáscara de piña. Las películas de control en adiciones de 7 ml y 10 ml mostraron resultados de 18.82 y 26.01 N respecto a 3.61 y 8.87 pectina de cáscara de piña, esto es mejores propiedades con pectinas de control o referencia y parámetro de deformación las

pectinas de control se obtuvieron para adiciones de 7 Ml y 10 ml 0.79 y 0.64 vrs 0.74 y 1.37 mm de deformación.

Los investigadores indican que se deben de mejorar los métodos de obtención de pectina, así como las propiedades degradación y penetración.

Según cita anterior Maya, Amor, Cruz Monterrosa, Guzmán, de la Llama, Garibay, Ramírez (2020), “llegaron a obtener película y pectina de cáscara de piña con un rendimiento de 1.4 aproximado del 0.03 %, ambas pectinas presentaron diferencias de referencia transparente a un tono café o amarillo café” (p.5).

Los investigadores Ramírez José, Loya Olguín José, Ulloa José, Rosas Ulloa Petra, Gutiérrez Leyva Ranferi y Silva Carrillo Yessica (2020), realizaron el trabajo de investigación *Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir ensilado biológico*.

“Se usó el inóculo *Lactobacillus* sp o *Lactobacillus* B2. Los ensilados se llevaron a cabo con un tratamiento y a temperatura de treinta grados centígrados durante un tiempo de 2, 4, 7 y 14 días, con el objetivo de mediar la acidificación con un diseño factorial de 3 x 2 x 5” (Ramírez *et al*, 2020, p.4).

Lo importante del estudio se muestra a continuación. Lo importante del estudio se muestra a continuación.

El ensilado se midió composición química y digestibilidad in vitro materia seca al terminar la fermentación. La acidificación más alta la presento la cáscara de piña con 15 y 30 y 45 %. La cáscara de piña con 15 % presento se obtuvo el mayor contenido de materia seca (39.3 %) (p<0.05).

La mayor concentración de lípidos la presento la cáscara de piña con un porcentaje de 30 y 45 %. Lo que presenta que el uso de la cáscara de piña es una buena opción para ensilados. (Ramírez et al, 2020, p.7)

Según se explica en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Ramírez *et al* (2020) es una buena opción para ensilados y una alternativa para alimentación de rumiantes, por los resultados presentados en las diferentes cantidades de cáscara de piña 15, 30 y 45 % que al agregar lactobacillus B2 causo la mejor acidificación de los ensilados en 7 días de fermentación y durante los 14 días restantes presentaron alta cantidad de nutrientes

El uso de cáscara de piña y desechos de pescado mezclados con rastrojo, maíz, presentan una alternativa para alimento de rumiantes y genera un impacto económico positivo en la mitigación de la contaminación ambiental.

Los investigadores Segura, Manríquez, Santos, Ambriz, Casas, Muñoz (2020) realizaron el estudio de investigación *Obtención de bioetanol a partir de residuos de cáscara de piña*.

El trabajo de investigación se realizó primero con la obtención de la celulosa del bagazo o cáscara de piña, seguidamente se aplicó hidrolisis ácida aplicada a la celulosa y bagazo para obtener glucosa, se neutralizó a un pH de 5.0 por último se llevó a cabo la fermentación con microorganismos *Saccharomyces cerevisae* en un biorreactor discontinuo tipo batch con turbinas que mantiene una temperatura de 30 grados centígrados.

Lo más importante del estudio se muestra a continuación.

El trabajo de investigación se basa en obtener un biocombustible de segunda generación, es decir a partir de residuos lignocelulósicos de la cáscara de piña (*Anana Comosus*) que tiene como objetivo la obtención de bioetanol por medio de una fermentación anaerobia con la levadura *Saccaromyces cerevisiae*. Para la investigación fue importante identificar las características el residuo de la piña para determinar si es una fuente para la producción de etanol para determinar el proceso para la obtención, calidad de bioetanol. (Segura et al, 2020, p.2)

Se llegó a obtener 630 g de etanol al 40 % de pureza por la cual el rendimiento esperado era de 60 %, la reducción el rendimiento esperado se debió a la levadura *Saccaroymess cerevisiae* no convirtió todos los azúcares disponibles en etanol; los motivos de la reducción fueron por una oxidación del etanol a ácido acético y el grado de pureza bajo se debió al método de separación eficiente con el uso de una destilación sencilla. (Segura et al, 2020, p.12)

Según se explica en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Segura et en el año 2020, el uso de desechos orgánicos como la cáscara de piña es una alternativa para la producción de etanol que puede usarse respecto a los combustibles fósiles. El método de obtención y resultados fueron bajos desde la obtención en cantidad y pureza por el método que se aplicó y la preparación de la muestra respecto a lo esperado teórica y estequiométricamente. Otros autores han llegado a validez la pureza y cantidad teórica o estequiométrica esperada con mejores equipos de preparación y obtención.

Los investigadores Ruth Piedad Sánchez Pineda y Génesis Cristina Vera Loor (2020) realizaron su trabajo de investigación propuesta de *Elaboración de una bebida no alcohólica con flor de Jamaica y cáscara de piña para su*

comercialización en la ciudad de Guayaquil, se basó en elaborar una bebida con desechos orgánicos como lo es especialmente la cáscara de piña que es destinada para alimento animal.

Para la elaboración de la bebida no alcohólica se aprovechó la cáscara de piña y su aporte de nutrientes y flor de Jamaica por sus propiedades nutricionales especialmente el poder antioxidante que posee. Se realizaron 50 pruebas y como variables la cáscara de piña, flor de Jamaica, panela.

En el estudio de investigación se obtuvo 4 muestras con características organolépticas favorables y de las 4 muestras se seleccionaron 2 muestras con las cuales se realizó pruebas sensoriales afectivas. El resultado final de preferencia fue la bebida endulzada con azúcar. La muestra preferente fue de 85 % de solvente, 10 % de cáscara de piña, 4 % de azúcar y 1 % de flor de Jamaica, con resultados fisicoquímicos de 3.5 grados Brix y un pH de 2.95 que son valores que se encuentran dentro del rango exigido por la norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2304:2017. (Pineda y Loor, 2020, p.52).

Según se explica en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Pineda y Loor (2020) “fue el uso de la cáscara de piña no como alimentos para animales si no generar una bebida no alcohólica al gusto de la población que gusto según los porcentajes descritos” (p.94.).

La investigadora Orellana (2021) realizó su estudio de investigación titulado *Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de cáscara de piña (Ananas comosus) frente a un producto comercial*.

El trabajo de investigación tiene como objetivo medir la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la cáscara de piña *Ananas comosus* frente a un producto comercial, para aprovechar desperdicios orgánicos y contribuir en el impacto del medio ambiente. Lo más importante del estudio se muestra a continuación.

Según Orellana (2021):

El trabajo de investigación tiene como objetivo medir la capacidad antioxidante del extracto alcohólico de la cáscara de piña *Ananas comosus* frente a un producto comercial, en el uso de desperdicios orgánicos y contribuir en el impacto del medio ambiente. Lo más importante del estudio se muestra a continuación. Las técnicas que se usaron para el estudio de investigación fueron el screening fitoquímico, método DPPH y el análisis estadístico de datos. La preparación del extracto alcohólico fue en una relación 3:1 con alcohol al 96% a través del screening fitoquímico se determinó la presencia de saponinas y fenoles. (p.25)

“En el estudio se evaluó la capacidad antioxidante del extracto alcohólico presento un IC de 35.96 ul/mL y 46.8510 %, esto indica que el extracto alcohólico tiene un mejor poder antioxidante en comparación con el ácido ascórbico comercia” (Orellana, 2021, p.2).

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Orellana (2020) lo más importante fue que “con la técnica del screening fitoquímico y el método DPPH lograron determinar que el extracto alcohólico de la cáscara de piña tiene un mejor potencial antioxidante que el ácido ascórbico comercial” (p.45).

Espinoza (2019) realizó el estudio de investigación *Evaluación de la cáscara de piña (Ananas comosus) deshidratada, como biosorbente de metales pesados en aguas residuales sintéticas*.

Se evaluó la capacidad de adsorción de metales pesados por medio de la cáscara de piña (*Ananas comosus*) en aguas residuales sintéticas elaboradas con sulfato de cobre y cloruro de hierro a 50 ppm. Lo más importante del estudio de investigación se muestra a continuación.

La cáscara de piña deshidratada y molido tiene la capacidad de adsorción de metales pesados, se realizó el ensayo de cloruro férrico que presenta taninos de tipo pirocatecólicos. Se terminó que la cáscara de piña contiene pectina en su composición, que está conformada por un grupo principal llamada ácidos carboxílicos, las cuales tienen la capacidad de adsorción. Para demostrar la cantidad de pectina se llevaron a cabo pruebas como Prueba de Litmus y del bicarbonato método INEN para la determinación de la acidez titulable, test de pectina, que parte de las pruebas dieron resultados favorables. Las partículas fueron tratadas por desmetoxilación y reticulación para que disminuya la proporción de metoxilos y se optimice la capacidad de adsorción, posteriormente se caracterizó el grupo funcional carboxílico con espectrofotometría infrarroja. (Pinzón, 2019, p.7)

Según se explicó en la cita anterior, se puede concluir que el estudio realizado por Pinzón en el año 2019 lo más importante fue evaluar la capacidad de adsorción de la cáscara de piña para metales pesados como sulfato de cobre y cloruro de hierro que mediante la técnica de espectrofotometría infrarroja y la ecuación de Lagmuir determina la cantidad retenida por el adsorbente para el cobre fue de 24.988 mg/g y de hierro fue de 24.885 mg/g e concluyó que la

cáscara de pila deshidrata y molida tiene alta capacidad de adsorbente de iones metálicos, que tiene un impacto económico y ambiental.

1.1.3. Análisis a nivel nacional

No existe estudios relacionados con el objetivo del protocolo de investigación a nivel nacional.

Los estudios realizados especialmente a nivel internacional fueron importantes para el estudio ya que la cáscara de piña tiene diferentes aplicaciones en diferentes industrias así como la de alimentos donde los autores realizaron caracterización y composición química de la cáscara de piña donde se logró determinar la cantidad de pectina cítrica que contiene la cáscara que es vital para la consistencia de la mermelada, estudios de azúcares contenidos que es de vital importancia para el Brix de la mermelada .

Otros estudios respecto a la cáscara de piña realizaron estudios para de extracción de azúcares y edulcorantes y antioxidantes de la cáscara de piña que es de vital importancia para reducir el azúcar añadido en las formulaciones de mermelada con cáscara de piña.

2. MARCO TEORICO

Este capítulo está dirigido a presentar el fundamento teórico del estudio de la investigación respecto a la morfología, caracterización, producción mundial y de Guatemala de la piña, así como la utilización en la industria en la producción de mermeladas.

2.1. Piña

En la revista *Los frutos de la identidad* publicada por el Instituto Nacional de Centroamérica y Panamá (INCAP) se describe a la piña llamada ananás que, en lenguaje guaraní, significa fruta exquisita para los pueblos precolombinos y especialmente se cultiva la mayoría en países tropicales. La piña tiene un alto contenido de agua del ochenta por ciento, minerales como lo es el magnesio y el hierro, vitaminas C, B, B y ácido fólico, fitoquímicos como flavonoides, carotenoides y complejos de enzimas.

2.1.1. Porcentaje en peso de la piña

El porcentaje en peso de la piña especie Cayena Lisa es: pulpa (33 %), corona (6 %), cáscara (41 %) y la corona (20 %). (J. De la Cruz Medina, H.S García, 2005). Operación poscosecha de la piña.

2.1.2. Tabla nutricional de la piña

Instituto Nacional de Centroamérica y Panamá (INCAP), describe la tabla de composición nutricional de la piña, código 1259 piña toda variedad contenidos por cada 100 g de porción comestible, 52 g comestible y 0.48 g no comestible.

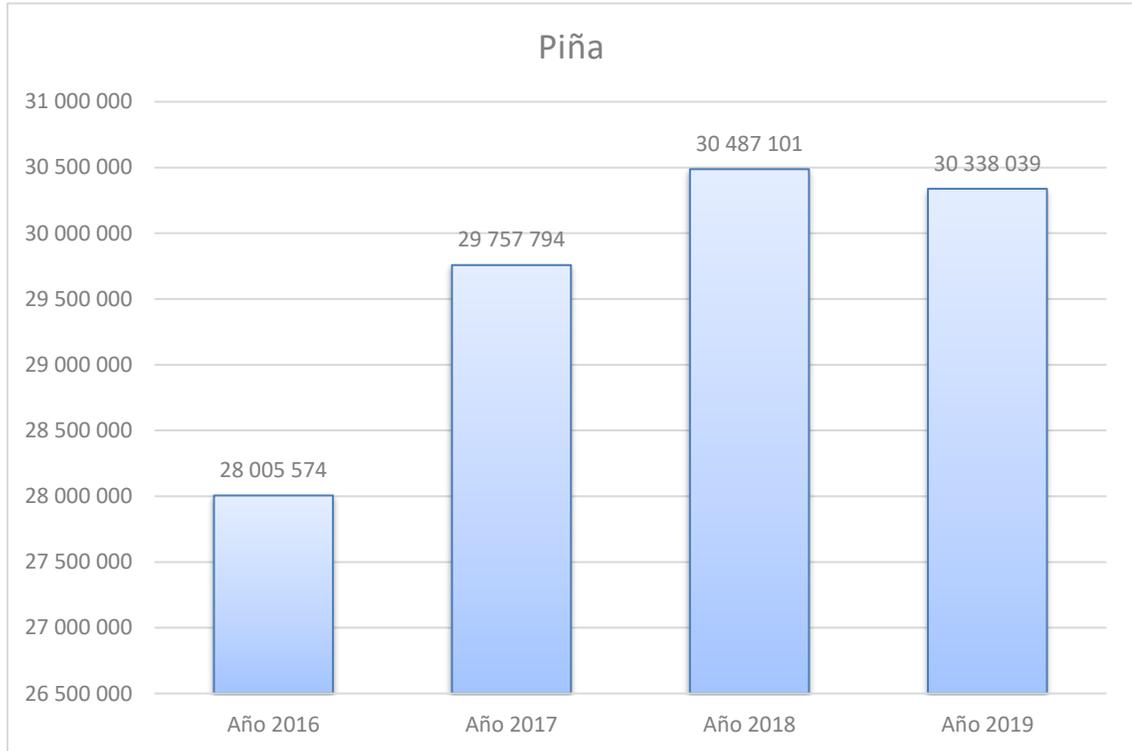
El parámetro de fracción comestible de la piña toda variedad indica que es 0.52 % de cada 100 g de porción comestible lo que indica que son 52 g de porción comestible y 48 g de porción no comestible que será de importancia para el objeto del estudio en el aprovechamiento de la cascará de piña.

2.1.3. Producción mundial de la piña

La producción mundial de la piña es definida en toneladas métricas. La organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura presenta tablas de indicadores especialmente la producción por país y mundial hasta el 2019.

La información será vital para la cuantificación de la cascará de piña según fracción comestible y el uso que se puede aprovechar en una industria de mermeladas.

Figura 1. Producción mundial de piña 2019



Fuente: FOSTAT (2019) *Producción mundial de piña*. Consultado el 10 marzo 2020.

Recuperado <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.

2.1.4. Producción de piña en Guatemala

En Guatemala tiene un crecimiento de 100 hectáreas anuales y por su calidad exporta a México, El Salvador y Honduras. En el tiempo de cosecha se recolectaban hasta sesenta mil piñas diarias y en el 2015 se llegó a producir 5,561,073 quintales, en siete años la cantidad de quintales de piña aumentó un 23.58 % en comparación de los cuatro millones quinientos mil quintales (4,500,000 quintales) en el 2008.

“La variedad de piña que se cultiva en el país es cayena lisa y las productoras se encuentran en Jutiapa, Villa Canales, Cuilapa Santa Rosa. Las cifras de la piña que demuestran un importante crecimiento” (Gándara, 2016, p.22).

2.2. Pectina en cáscara de piña

Se llevó a cabo un estudio respecto a la extracción de pectina cítrica de la cáscara de piña por medio del método de insolación que concluye en la condición de extracción a una temperatura de ochenta grados centígrados en un tiempo de 65 minutos y un pH de 2.0. La cantidad porcentual de pectina recuperada bajo el método de insolación fue de un 13.781 %. El estudio y los resultados serán vitales para el cálculo de la pectina cítrica en la elaboración de mermelada con cáscara de piña que significara un ahorro en la cantidad de pectina cítrica a adicionar. (Karim, Uddin y Jubayer, 2014, p.30)

2.3. Mermelada según Codex alimentarius

La mermelada es el producto preparado comuna mezcla de frutas cítricas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con un o más ingredientes: frutas enteras o en trozos que puedan tener toda o parte de la cáscara eliminada, pulpa, pure, zumo, jugos, extractos acuosos y cáscara que están mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce con o sin la adición de agua.

2.4. Mermelada según FDA

En la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos no se ha establecido ningún estándar de identidad para la mermelada. Se tiene una pauta aceptable que proporciona la definición de mermelada de cítricos, publicada bajo la Ley de Alimentos y Medicamentos de 1906, como si indica S.R.A, F.D No.2, Rev.5 emitido en noviembre de 1936.

Mermelada de frutas cítricas es un producto gelatinoso elaborado a partir de la cáscara y el jugo debidamente preparado, con o sin pulpa, de cítricos, con azúcar y con la aplicación de tratamiento térmico con agua.

La mermelada significa el producto elaborado totalmente con frutas de la familia de los cítricos, de frutas enteras, trozos de frutas, fruta batida para mezclar con cáscara de fruta.

2.5. Vida de anaquel de un producto

Cantillo y Fernández (1994) definen que “la vida de anaquel de un producto alimenticio es el periodo de tiempo a partir de la fecha de producción, durante el cual este mantiene una calidad aceptable, o como el periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva óptimo para el consumidor” (p.22).

2.5.1. Estimación de la vida de anaquel

Man, C.M.D y Jones (1994) describe que “la vida media es un aspecto importante de todos los alimentos. Para su determinación de requiere tener un buen nivel de conocimiento del producto. Esto incluye cultivo, aditivos. Manufactura, distribución mayorista, distribución minorista y consumidor” (p.35).

2.5.2. Análisis de costo beneficio

El análisis de costo beneficio (ACB) consiste en crear un marco para valorar si en su momento específico en el tiempo, el costo de una medida específica es mayor en relación con los beneficios procedentes de la misma.

El costo beneficio definen que la vida de anaquel de un producto alimenticio es el periodo de tiempo a partir de la fecha de producción, durante el cual este mantiene una calidad aceptable, o como el periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva óptimo para el consumidor.

Shell (2011), describe que “El análisis costo beneficio es una técnica formal adaptada y clara, sistemática y de decisiones racionales, aplicada en especial al enfrentar con las alternativas complejas o de tiempos inciertos” (p.28).

De acuerdo con la literatura el análisis costo-beneficio de un proyecto específico, será rentable si y solo si la relación costo beneficio sea mayor a la unidad. $B/C > 1 =$ proyecto rentable.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos propuestos se presentan los siguientes resultados.

3.1. Proceso para la elaboración de mermelada con cáscara de piña

Objetivo 1: Determinar los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Figura 2. Pasos para la elaboración de mermelada con cáscara de piña



Fuente: elaboración propia realizada con el programa Excel Office 365.

En la figura presentada se detallaron los pasos para formular una mermelada con cáscara de piña que a condiciones y parámetros de operación se obtiene un producto de alta calidad.

3.2. Resultado organoléptico de la mermelada con cáscara de piña

- Objetivo 2: Comparar organolépticamente una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña, para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Se realizó la comparación organoléptica de una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña con el comité de Diseño y Desarrollo de una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala. El comité cuenta con 6 panelistas ofrecen su diagnóstico en una escala del 1 al 5 respecto al color, olor, sabor y consistencia. Seguidamente al tener los datos de los panelistas se promedian y se obtiene el valor correspondiente.

Tabla II. Escala numérica de calificación panel sensorial

Le disgusta mucho	Le disgusta poco	Ni le gusta ni le disgusta	Le gusta un poco	Le gusta mucho
1	2	3	4	5
				

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Resultados organolépticos panel Comité de Diseño y Desarrollo**

Panelista	Color	Olor	Sabor	Consistencia
1	4	5	4	4
2	4	4	5	4
3	3	4	5	3
4	4	4	5	5
5	3	5	5	4
6	2	4	5	4

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Promedio de resultados organolépticos**

Panelista	Color	Olor	Sabor	Consistencia
Promedio	3.8	4.3	4.8	4

Fuente: elaboración propia.

3.3. Resultados microbiológicos de la mermelada con cáscara de piña

Objetivo 3: Determinar los efectos en la calidad microbiológica al añadir cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

Tabla V. **Resultados microbiológicos referencia categoría 4.2.4 jaleas, mermeladas y relleno de frutas para pastelería RTCA**

Muestra	Recuento de mohos y levaduras 10² UFC/g	Salmonella ssp/25g (para rellenos)	Observaciones
enero 2022	<10	Ausencia	Resultados laboratorio de microbiología planta de alimentos
febrero 2022	<10	Ausencia	
abril 2022	<10	Ausencia	

Fuente: elaboración propia.

3.4. Estudio beneficio costo

Objetivo 5: Determinar el costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

El resultado de beneficio costo se realizó identificando el beneficio la ganancia en quetzales aproximada usando la cáscara de piña, así como la reducción del tiempo en hora hombre para ejecutar la actividad, los datos se escalonaron a 5 años por la vida útil ya definida para los equipos en la planta de alimentos. El costo se definió en la compra e instalación de un equipo lavador y cortador de piña automático para reducir el tiempo del todo el proceso de la elaboración de mermelada de cáscara de piña.

3.5. Relación beneficio costo

$$\frac{B}{C} = 1 \text{ Proyecto rentable}$$

$$Q. 1,110,129 \div Q. 1,000.00 = 1.11$$

Tabla VI. **Datos de beneficio y costo para 5 años según la vida útil del equipo**

Beneficio	Q.	Observaciones
Aprovechamiento de kg de piña completa para formulación de mermelada	1,003,278.51	Los datos se escalonaron para la vida útil del equipo 5 años
Ahorro en costo de mano de obra	106,850.88	
Total, beneficio	1,110,129.39	
Costo	Q	Observaciones
Equipo automático para lavado y triturado de piña	1,000,000.00	La vida útil del equipo en la planta de alimentos es de 5 años
Total, costo	1,000,000.00	

Fuente: elaboración propia.

3.6. Mejora en la producción de mermeladas

- Objetivo principal: Aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos, ubicado en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez Guatemala.

Tabla VII. Datos producción usando mermelada con cáscara de piña al mes

	Kg	Costo por kg mermelada producido Q.	Total Q. Costo por mes	Aprovechamiento % (respecto a los kg)	Diferencia en Q.
Producción de mermelada sin cáscara piña mensual	17,436	9.5901	167,212		
Producción de mermelada con cáscara de piña mensual	34,872	9.5901	334,425	99%	167.212

Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis interno

El aprovechamiento de la cáscara de piña para la mejora de producción de mermelada en una planta de alimentos ubicada en el municipio de Sumpango, departamento de Sacatepéquez, Guatemala se fundamentó en la determinación de los pasos del proceso para realizar la mermelada con cáscara de piña, la comparación organoléptica por medio del panel sensorial del comité de diseño y desarrollo de la planta de alimentos, los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos regidos por la norma RTCA y COGUANOR y el estudio beneficio costo para la compra de un equipo fundamental para mejorar el proceso de producción de mermeladas.

En la planta de alimentos de producción de mermeladas, especialmente para la elaboración de la mermelada de piña se genera una cantidad significativa de cáscara o merma, la merma equivale al 54 % de la piña total y el otro 46 % es lo utilizable. La merma se genera por un aspecto de calidad de una peca o poro en la carnaza de la piña color café que al elaborar la piña y como producto terminado se puede observar en su empaque primario pequeños solidos que se confunden con insectos o bichos en la mermelada, visualmente el consumidor o cliente final asume contaminación biológica y lo rechaza.

La merma generada ocasiona un contaminación ambiental y problemas de plagas si la misma no se evacua en el tiempo, también impacta en el rendimiento del producto ya que el precio de compra de la piña se pierde un 54 % del precio de compra por no aprovechar por completo el fruto.

El aprovechamiento de la cáscara de piña para integrarla a la elaboración de una mermelada origina un impacto positivo económicamente a la planta de alimentos, así como un producto de buena calidad con una mejora en el costo final, cumpliendo con las normas RTCA y COGUANOR fisicoquímica y microbiológicamente para asegurar la calidad e inocuidad de la mermelada y la mitigación del riesgo de generación de plagas o contaminación ambiental.

Para realizar la mermelada con cáscara de piña se utilizó un equipo a nivel laboratorio para escalonamiento de variables marca Roboqbo-8, colocando parámetros de presión de vacío, temperatura, tiempo de agitación y RPM del aspa y agitador. Se uso piña de tres ingresos enero, febrero y abril del presente año tomando muestra por cada ingreso. Las muestras se lavaron, trituraron o se disminuyó la partícula de la piña con cáscara integrada para luego llevar a cabo la formulación con formula confidencial de la planta de alimentos.

El equipo de formulación Roboqbo-8 para la mermelada con cáscara de piña elaborada los parámetros de operación que se usaron fueron: Presión de vacío -700 mbar, tratamiento térmico 10 minutos a 95 grados centígrados, evaporación para concentración de solidos 7 minutos, la cantidad teórica de formulación fue de la muestra uno enero 2022 4,998.12g, febrero 2022 5,460.07g y la muestra tres abril 2022 4,960.07 g.

La cantidad de mermelada con cáscara de piña final de la muestra uno enero 2022 fue de 3,398.684 rendimiento del 68 %, muestra 2 febrero 2022 fue de 3,822.04 rendimiento del 70 % g y la muestra 3 abril 2022 3,263 mg rendimiento del 65 %.

Los resultados fisicoquímicos obtenidos de las tres muestras de enero, febrero y abril 2022 lo que corresponde al pH fue de 3.2, 3.1, 3.1 respectivamente y los grados brix fue de 65.3, 66.5 y 65 respectivamente, la norma COGUANOR 34 064 mermelada de piña características físicas y químicas describe “que la cantidad mínima de sólidos solubles o grados Brix como mínimo es 65 y el valor de pH en un intervalo de 3.0 a 3.8” (p.7). Los resultados microbiológicos respecto a mohos y levaduras, así como salmonella según RTCA “categoría 4.5.2 jaleas, mermeladas y relleno de frutas para pastelería criterios microbiológicos el parámetro es $<10^2$ colonias, así como ausencia de salmonella” (p. 90). Las tres muestras de mermelada fueron menores a 10^2 colonias formadoras de mohos y levaduras y ausencia de salmonella. Con los resultados fisicoquímicos y microbiológicos la mermelada con cascará de piña elaborado cumple los requisitos de calidad e inocuidad.

Las tres muestras de mermelada con cáscara de piña elaboradas se realizó una prueba organoléptica con el comité de diseño y desarrollo de la planta de alimentos comparando y teniendo la referencia de una mermelada sin cáscara de piña. El comité de diseño y desarrollo que realizaron las pruebas fueron 6 personas. Las seis personas tienen experiencia entre 20 y 10 años probando mermeladas, colocaron sus resultados en un escalafón de 1 a 5, desde disgusta mucho a gusta mucho para los parámetros organolépticos de color, olor, sabor y consistencia. Los valores se promediaron y se llegó a concluir que en color disgusta ni gusta (puntuación 3.8), pero si gusto el olor, color, sabor y consistencia (promedio 4) según escala hedónica que es fundamental para llegar a la aceptación del cliente final.

El estudio de vida de anaquel del producto no se ejecutó derivado que se tiene una programación de envió de muestras a laboratorios externos por su

costo de análisis ya que se necesitan 6 meses para un resultado con una confianza del 98 al 99 %, esto lo gestiona la planta de alimentos.

La elaboración de la mermelada con cáscara de piña se realizó un estudio de beneficio costo para definir la viabilidad económica del producto que es un impacto positivo o negativo para la planta de alimentos que se relacionó para adquirir un equipo nuevo de lavado y triturado de piña. La ejecución del estudio beneficio costo se definió como beneficio de usar toda la piña con su cáscara en la cantidad de piña a procesar por mes lo que genera más kg de piña formulada para el envasado y su derivación para las diferentes presentaciones, la reducción del tiempo y las horas hombre al proceso. El costo se relacionó con la compra de un equipo de lavado y triturado de piña.

La relación beneficio costo es mayor o igual a uno es un proyecto rentable. El resultado fue de 1.11 lo que indica que el proyecto es rentable. Por la cantidad de merma que es un 54 % usada para la elaboración de una mermelada impacta positivamente en la rentabilidad o económicamente a la planta de alimentos ya que el precio de compra de una piña es totalmente aprovechable para la ejecución de un proyecto lo que conlleva a reducción de mano de obra y el aumento de kg de piña para ser convertida a mermelada para las diferentes presentaciones en el mercado.

La realización del proceso, los resultados fisicoquímicos y microbiológicos, el resultado organoléptico y el estudio económico de la elaboración de mermelada con cáscara de piña es positivo para la planta de alimentos, ya que se elaboró un producto de calidad e inocuidad, condiciones organolépticas positivas y un impacto económico positivo, que cumple con las normas guatemalteca COGUANOR 34 064 y RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) sobre los criterios fisicoquímicos y microbiológicos categoría 4.5.2 jaleas, mermeladas y relleno de fruta para pastelería.

4.2. Análisis externo

El análisis externo del estudio se tiene una relación respecto a los datos importantes como lo es la cantidad de pectina cítrica que contiene la cáscara de piña respecto a los estudios realizados fisicoquímicamente, azúcares y edulcorantes integrados y propiedades nutritivas de la cáscara si como fibra contenida en el producto final. La pectina cítrica, los azúcares y edulcorantes son de vital importancia en el proceso de elaboración de la mermelada ya que se integran dichos ingredientes a la formulación.

La pectina cítrica y los azúcares tiene una relación directa en la formulación de mermelada ya que incorporan consistencia a la mermelada, pero esta actúa sobre parámetros de sólidos solubles y pH. La cáscara de piña integra estos ingredientes en un porcentaje bajo vs. lo añadido, que puede impactar ahorros en formulación de pectina y azúcar añadido

CONCLUSIONES

1. Se determinaron los pasos para la elaboración de mermelada con cáscara de piña, definiendo las etapas del proceso, así como las variables de operación para escalar a equipo Roboqbo 350 a nivel industrial.
2. Se comparó organolépticamente los parámetros de color, olor, sabor y consistencia, encontrándose que en promedio fue aceptable por los seis miembros del comité de diseño y desarrollo de la planta de alimentos, para que se introduzca en el mercado y la aceptación del cliente.
3. Se determinó los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de la mermelada de piña fueron ejecutados por el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad de la planta de alimentos encontrándose entre los parámetros aceptables según la norma COGUANOR 34 064 y RTCA sobre los criterios fisicoquímicos y microbiológicos categoría 4.5.2 jaleas, mermeladas y relleno de frutas para pastelería, llegando a tener $<10^2$ UFC y ausencia de salmonella.
4. Se determinó el resultado beneficio costo fue positivo ya que la relación entre el beneficio costo para que un proyecto sea rentable tiene que ser mayor o igual a uno, el resultado de 1.11 lo que nos indica que es un proyecto rentable ya que se está aprovechando toda la piña completa con cáscara de piña generando más kg de piña molida preparada que en su defecto se tendrá más kg de mermelada de cáscara de piña.

RECOMENDACIONES

1. Determinar los pasos para usar la cáscara de piña para la elaboración de productos como jugo de piña con fibra, vinagre orgánico y la adición de cáscara finamente triturada a otras mermeladas para mejorar su consistencia.
2. Comparar organolépticamente mermeladas con cáscara de piña con trituración fina en la mejora de la consistencia con otras mermeladas.
3. Comparar los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de otras normas internacionales, así como nuevos productos como lo es jugo de piña natural, vinagre u otras mermeladas.
4. Determinar un estudio beneficio costo para una planta de envasado y taponado de mermeladas o productos afines.

REFERENCIAS

1. Cantillo, J., Fernández (1994). *Durabilidad de los alimentos: métodos de estimación*. La Habana, Cuba: Instituto de investigación para la Industria Alimentaria.
2. Cervone, H. (2010). *Uso del análisis del beneficio costo para justificar la digitalización de una biblioteca: perspectiva de una biblioteca internacional digital*. Ontario: OCLC System and Services.
3. Chongkhong, S, Tongurai, C (febrero, 2019). Optimización de la Producción de azúcar soluble a partir de cáscara de piña por pretratamiento de agua asistido por microondas. *Journal of Science & Technology*, 41(1), 237-245. Recuperado de <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=12&sid=a286e6e1-7224-4ddd-82b3-d708bdb3f566%40redis>.
4. CODEX. *Norma para las confituras, jaleas y mermeladas*. Ginebra. Autor.
5. FDA. *CPG Sec 550.575 Marmalade*. EE. UU. Autor.
6. *FAO/STAT. *Dato de producción mundial y regional de piña*. Autor.
7. Días, P.G.I, Sajwanie J.W.A. y Rathnayaca, R.M.U.S.K (mayo, 2020). Composición química y fisicoquímica, así como las propiedades tecnológicas de frutas seleccionadas de cáscara para determinar su idoneidad para su uso como ingredientes alimentarios naturales.

International Journal of Fruit Science, 20(S2), 1-13. Recuperado de <http://doi.10.1080/15538362.2020.1717402>.

8. Gándara (2 de agosto, 2016). Las cifras de la piña que demuestran un importante crecimiento. *Prensa Libre*, pp. 22.
9. INCAP (2012). *Tabla de composición de los alimentos de Centroamérica. Fruta y jugo de frutas, piña*. Guatemala. Autor.
10. Man, C.M.D and Jones A.A (1994). *Evaluation de la vida de anaquel de los alimentos*. London, Inglaterra: Blackie Academic and professional.
11. Maya, F.E.A, Amor, R.A.A, Cruz, S.M. de la P, Monterrosa, C.R.G, Guzmán, J, Lama, M.G.C, García, G.M, Diaz Ramírez, M. (noviembre, 2018). Optimización de la Producción de azúcar soluble a partir de cáscara de piña por pretratamiento de agua asistido por microondas. *Agroproductividad*, 11(11), 35-40. Recuperado de <https://doi10.32854/agrop.v11i11.1280>.
12. Montes (agosto, 2018). Aprovechamiento potencial de residuos de la agroindustria caldense según su composición estructural. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(2), 1-10. Recuperado de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb>.
13. Orellana, T.J.E (2021). *Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos de la cáscara de piña (Ananas comosus), frente a un producto comercial*. (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca Ecuador.

14. Pinzón, E.A.V, Chantong A.L (2019). *Evaluación de la cáscara de piña (Ananas comosus) deshidratada, como biosorbente de metales pesados en aguas residuales sintéticas*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil, Guayaquil Ecuador.
15. Ramírez, R.J, Loya, O.J, Ulloa, J, Rosas, U.P, Gutierrez, L.R, Silva, C.Y, (diciembre, 2020). Aprovechamiento de desechos de pescado y cáscara de piña para producir ensilado biológico. *Abanico Veterinario*, 10(1), 1-12.
16. Ramírez, Palacio y Zapata (abril, 2018). Cáscara de Piña como absorbente de colorantes típicos de la industria textil. *Ciencia en desarrollo* 9(2), 1-9. Recuperado de <http://https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=a286e6e1-7224-4ddd-82b3-d708bdb3f566%40redis>.
17. Rizvi, A.F., Tong C.H (marzo, 1997). Conversión fraccional para determinar la degradación de la textura: cinética de vegetales. *Journal Food Science*, 63 (4), 150-220.
18. Ruth P.S.P, Genesis C.V.L (2020). *Propuesta de la elaboración de una bebida no alcohólica al utilizar flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) y cáscara de piña (Ananas comosus) para su comercialización en la ciudad de Guayaquil*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Guayaquil Facultad De Ingeniería Química, Guayaquil Ecuador.
19. Segura, A. Manríquez, D. Santos, E. Ambriz, P. Casas, A.H Serafin Muñoz, (2020). *Obtención de bioetanol a partir de residuos de*

cáscara de piña. (Tesis de licenciatura). Universidad de Guanajuato, México.

20. Snell, M. (2011). *Análisis Beneficio-Costo: guía práctica*. London: Thomas Telfor.

APÉNDICES

Apéndice 1. Ingresos de piña meses enero, febrero y abril 2022

Fecha de ingreso de fruta	Hora de ingreso de fruta	Turno	Proveedor	Horario de proceso		Tipo de fruta	Cantidad de Fruta Ingresada				Cantidad de fruta pelada (toneles)	Fruta triturada	Toneles terminados	Toneles terminados (Kg)	Cantidad de morma (Residuos de fruta en Kg)	Encargado de área	Observaciones
				Inicio	Final		(Kg)	Toneles	Cubetas	Cajas							
10-01-22	8:00	1	Cesar Pineda	15:00	15:30	Oche	187				8	188	4		0	Francisco	
10-01-22	8:00	1	José María	8:10	16:00	Fresa	9915	15 39			59	4563	39		5353	Francisco	
11-01-22	7:20	1	José María	12:00	13:00	Fresa	8294	16 26			48	3744	32		4361	Francisco	
12-01-22	13:30	1	Campeones	7:10	13:00	Fresa	20462		768	770						Francisco	
31/01/22	7:30	1	Campeones	11:00	11:00	Fresa	20462		768	770						Francisco	
01/02/22	7:30	1	José María	7:00	16:00	Fresa	6096	27 T.B				35	2691	23	3365	Francisco	se le colocó pesera
23/02/22	15:00	1	Campeones	7:00	16:00	Fresa	20462		768	770						Francisco	
17/03/22	7:30	1	Delicias	7:40	8:00	Fresa	413			22		412	4		0,5	Francisco	
27/03/22	12:00	1	Edwin	12:30	13:05	Fresa	415			23		418	4		0,5	Francisco	
17/03/22	15:00	1	Wendy	7:10	7:35	Fresa	214			11		213	2		0	Francisco	
18/03/22	7:30	1	Delicias	7:40	8:40	Fresa	747			39			9	753	1	Francisco	
18/03/22	10:00	1	Wendy	10:05	10:25	Fresa	147			8			2	153	0	Francisco	
18/03/22	12:00	1	Edwin	12:35	13:35	Fresa	529			30			6	533	0	Francisco	
22/03/22	11:30	1	Edwin	11:40	12:15	Fresa	515			27			6	519	0	Francisco	
24/03/22	9:15	1	Edwin	9:30	10:05	Fresa	468			25			5	471	0	Francisco	
25/03/22	7:15	1	Delicias	7:20	8:15	Fresa	661			35			8	665	0	Francisco	
25/03/22	12:30	1	Edwin	12:35	13:10	Fresa	575			30			7	580	0	Francisco	
28/03/22	11:47	1	Edwin	12:00	12:35	Fresa	577			30			7	581	0	Francisco	
29/03/22	14:28	1	Wendy	14:30	15:05	Fresa	442			22			5	448	0	Francisco	
29/03/22	8:00	1	Delicias	8:10	8:55	Fresa	913			47			10	914	1	Francisco	
29/03/22	12:30	1	Edwin	12:35	13:05	Fresa	648			34			7	651	0	Francisco	
29/03/22	12:40	1	Wendy	13:10	13:50	Fresa	685			35			7	693	1	Francisco	
29/03/22	8:10	1	José María	2:00	16:00	Fresa	6516	27 T.B			33	2950	25		3566	Francisco	
30/03/22	7:20	1	José María	7:00	16:00	Fresa	3690	17 T.B			25	1690	13		1993	Francisco	
31/03/22	7:30	1	Delicias	7:35	8:00	Fresa	286			17			4	286	0	Francisco	
31/03/22	12:00	1	Wendy	12:05	12:18	Fresa	107			6			2	106	0	Francisco	
31/03/22	13:20	1	Edwin	13:30	14:10	Fresa	581			30			7	583	1	Francisco	
01/04/22	7:30	1	Delicias	7:40	8:15	Fresa	571			30			7	572	0	Francisco	
01/04/22	8:30	1	Samuel	8:35	9:08	Fresa	391			21			5	392	0	Francisco	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Porcentaje de merma o cáscara de piña en el proceso de producción de mermeladas

Proveedor	Kg de piña ingresada	Kg de piña usada	Kg de cáscara de piña	% de merma
Tierra fértil ingreso 10/01/2022	9,915	4,563	5,352	54
Tierra fértil ingreso 01/02/2022	6,096	2,691	3,405	55
Tierra fértil ingreso 01/04/22	10,206	4,640	5,566	54

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Proceso de elaboración de mermelada con cáscara de piña**



1. Recepcion de piña



2. Lavado de piña



3. Piña lavada



4. Limpieza trituradora



5. Colocación mesh 0.5



6. Triturado de piña

Continuación apéndice 3



7. Equipo triturado de piña



8. Colocación piña a triturar



9. Piña triturada



10. Pesado de aditivos



11. Pesado de piña tritura



12. Equipo Roboqbo-8

Continuación apéndice 3



13. Parte interna Roboqbo-8



de

14. Adición de ingredientes roboqbo-8



15. Parámetros de operación



16. Mermelada terminada

Continuación apéndice 3



17. Producto final

Fuente: [Fotografías de Dario Barraza]. (Planta de alimentos, Sumpango, Sacatepéquez 2022). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 4. Corte de piña y generación de merma proceso actual



Fuente: [Fotografías de Dario Barraza]. (Planta de alimentos, Sumpango, Sacatepéquez 2022). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 5. Comparación de mermelada con cáscara de piña y sin cáscara de piña



Fuente: [Fotografías de Dario Barraza]. (Planta de alimentos, Sumpango, Sacatepéquez 2022). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 6. Datos producción usando mermelada con cáscara de piña

	Kg	Costo por kg mermelada producido Q.	Total Q. Costo por mes	Diferencia en Q.
Producción de mermelada de piña mensual	17,436	9.5901	167,212	
Producción de mermelada con cáscara de piña mensual	34,872	9.5901	334,425	167,212

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Beneficio usando mermelada con cáscara de piña

	Q.	10% de ganancia aproximada al mes Q.	Total Q. ganancia al año	Total Q. ganancia por 5 años.
Diferencia del costo de mermelada al mes usando cáscara de piña	167,212	16,721	200,635	1,003,278

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. Datos hora hombre para proceso de mermelada sin cáscara de piña y con cáscara de piña

Proceso	H-H	Costo por H-H	Total Q. Costo H-H por mes	Diferencia en Q. por mes	Total Q. para 5 años
Mermelada sin cáscara de piña	128	18.55	2,374		
Mermelada con cáscara de piña	32	18.55	593	1,780	106,850

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Matriz de coherencia

Titulo: APROVECHAMIENTO DE LA CÁSCARA DE PIÑA PARA MEJORA DE PRODUCCIÓN DE MERMELADAS EN UNA PLANTA DE ALIMENTOS UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SUMPANGO, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA				
Problema	Objetivos	Preguntas de investigación	Conclusiones	Recomendaciones
Problema principal	General	Pregunta General		
No se ha Aprovechado la cáscara de piña en productos de mermelada para mejora de la producción en una planta de alimentos.	Aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez, Guatemala	¿Cuál es el aprovechamiento la cáscara de piña en productos de mermelada para mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez, ¿Guatemala?	Se aprovecho la cáscara de piña para la elaboración de una mermelada con cáscara de piña en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez, ¿Guatemala	Se hace necesario aprovechar la cáscara de piña para otros productos como: bebida a base de jugo de piña, vinagre orgánico.
Problemas secundarios	Específicos	Preguntas Específicas		
No se ha determinado los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en la planta de alimentos.	Determinar los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en la planta de alimentos	¿Cuáles son los pasos del proceso de aprovechar la cáscara de piña en productos de mermelada para la mejora de la producción en una planta de alimentos?	Se determinaron los pasos para la elaboración de mermelada con cáscara de piña, definiendo las etapas del proceso, así como las variables de operación para escalonar a equipo Roboqbo -350 a nivel industrial.	Se hace necesario determinar los pasos para usar la cáscara de piña para la elaboración de productos como: jugo de piña con fibra, vinagre orgánico y la adición de cáscara finamente triturada a otras mermeladas para mejorar su consistencia

Continuación apéndice 9.

<p>No se ha comparado organolépticamente una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña, para determinar su aceptabilidad</p>	<p>Comparar organolépticamente una mermelada con cáscara de piña y una mermelada sin cáscara de piña, para determinar su aceptabilidad</p>	<p>¿Qué mermelada es aceptable organolépticamente si una mermelada con cáscara de piña o una mermelada sin cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez Guatemala?</p>	<p>Se comparó organolépticamente los parámetros de: color, olor, sabor y consistencia que en promedio fue aceptable por los seis panelistas del comité de diseño y desarrollo de la planta de alimentos</p>	<p>Se sugiere comparar organolépticamente mermeladas con cáscara de piña con trituración fina en la mejora de la consistencia con otras mermeladas</p>
<p>No se ha Determinado la inocuidad de la mermelada desarrollada con la cáscara de piña a través de análisis microbiológicos</p>	<p>Determinar la inocuidad de la mermelada desarrollada con la cáscara de piña a través de análisis microbiológicos</p>	<p>¿Cuál es el efecto de la calidad microbiológica al añadir cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez Guatemala?</p>	<p>Se desarrollaron las pruebas microbiológicas de la mermelada con cáscara de piña fueron ejecutados por el Laboratorio de Aseguramiento de Calidad de la planta de alimentos siendo positivos comparando con la norma COGUANOR 34 064 y RTCA sobre los criterios fisicoquímicos y microbiológicos categoría 4.5.2 jaleas, mermeladas y relleno de frutas para pastelería, llegando a tener <math>10^2</math>UFC y ausencia de salmonella</p>	<p>Se sugiere la comparación de los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de otras normas internacionales, así como nuevos productos como lo es jugo de piña natural, vinagre u otras mermeladas</p>

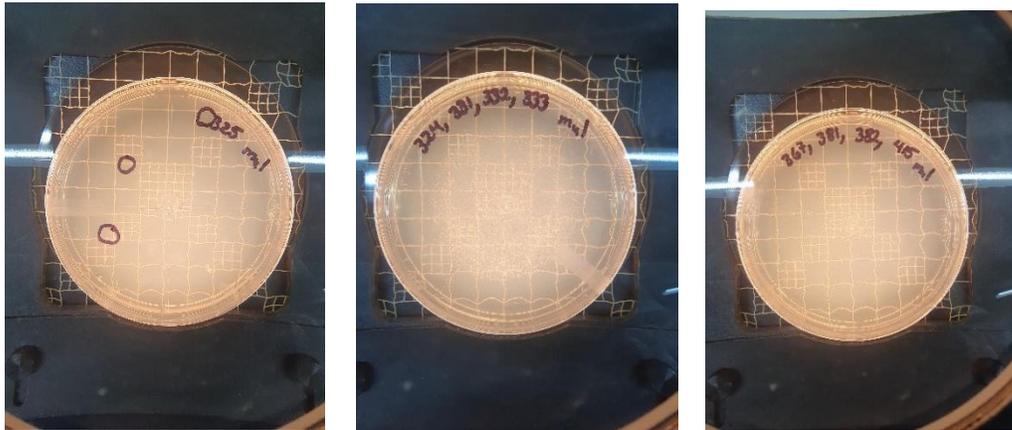
Continuación apéndice 9.

<p>No se ha determinado el costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos</p>	<p>Determinar el costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos</p>	<p>¿Cuál es el resultado del costo beneficio de utilizar la cáscara de piña para la mejora de la producción en una planta de alimentos ubicada en el Municipio de Sumpango, Departamento de Sacatepéquez Guatemala?</p>	<p>Se determinó el resultado costo-beneficio fue positivo ya que la relación para que un proyecto sea rentable tiene que ser mayor o igual a uno, el resultado de 1.11 lo que nos indica que es un proyecto rentable ya que se está aprovechando toda la piña completa con cáscara de piña generando más kg de piña molida preparada que en su defecto se tendrá más kg de mermelada de cáscara de piña</p>	<p>Se sugiere determinar un estudio costo-beneficio para una planta de envasado y taponado de mermeladas o productos afines</p>
--	--	---	---	---

Metodología
Enfoque de la investigación: Mixta
Diseño de la investigación: Experimental
Tipo de la investigación: Descriptiva

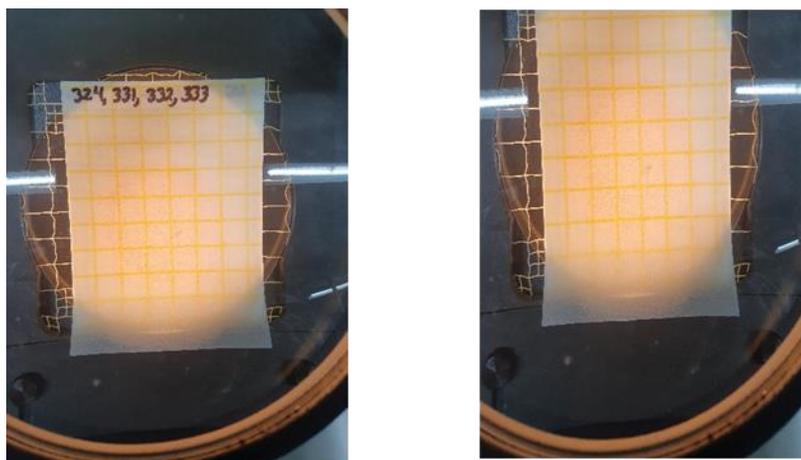
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Resultado microbiológico de mohos y levaduras mermelada con cáscara de piña, enero, febrero y abril 2022



Fuente: [Fotografías de Dario Barraza]. (Planta de alimentos, Sumpango, Sacatepéquez 2022). Colección particular. Guatemala

Apéndice 11. Resultado siembra para salmonella muestra enero, febrero y abril 2022



Fuente: [Fotografías de Dario Barraza]. (Planta de alimentos, Sumpango, Sacatepéquez 2022). Colección particular. Guatemala

ANEXOS

Anexo 1. Registro de panel sensorial

EVALUACIÓN DE PANEL SENSORIAL				
Fecha: _____	Edad: _____			
Genero: Masculina <input type="checkbox"/>	Femenina <input type="checkbox"/>			
Escala Sensorial: Marque con una X la carilla en la escala para medir el grado de aceptabilidad de las características organolépticas del producto				
Color:				
	Lo	Lo	Ni lo	
	dirqueta	dirqueta	qurtani	Lo queta
	mucha	un poco	lo	un poco
			dirqueta	mucha
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olor:				
	Lo	Lo	Ni lo	
	dirqueta	dirqueta	qurtani	Lo queta
	mucha	un poco	lo	un poco
			dirqueta	mucha
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor:				
	Lo	Lo	Ni lo	
	dirqueta	dirqueta	qurtani	Lo queta
	mucha	un poco	lo	un poco
			dirqueta	mucha
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consistencia Textura:				
	Lo	Lo	Ni lo	
	dirqueta	dirqueta	qurtani	Lo queta
	mucha	un poco	lo	un poco
			dirqueta	mucha
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comprarías el	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas. (2006). Norma COGUANOR NTG 34 243.

Anexo 2. Norma COGUANOR 34-064 mermelada de piña

MERMELADA DE PIÑA		COGUANOR NGO 34 064
(1979) CDU 664.858:634.774		
1. OBJETO		
Esta norma tiene por objeto definir las características y establecer los requisitos que debe presentar la mermelada de piña envasada, en el momento de su expedición o venta, producida en el país o de origen extranjero.		
2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR		
COGUANOR NGO	4 010	Sistema Internacional de Unidades (SI)
	1a. Revisión	
COGUANOR NGO	34 003 h2	Productos elaborados a partir de frutas y vegetales. Determinación de la masa neta.
COGUANOR NGO	34 003 h3	Productos elaborados a partir de frutas y vegetales. Determinación del volumen ocupado por el producto.
COGUANOR NGO	34 003 h10	Productos elaborados a partir de frutas y vegetales. Determinación de los sólidos solubles.
COGUANOR NGO	34 003 h14	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación de la acidez titulable y del pH.
COGUANOR NGO	34 003 h17	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación del ácido ascórbico.
COGUANOR NGO	34 003 h25	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de anhídrido sulfuroso total y libre.
COGUANOR NGO	34 003 h26	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación cualitativa y cuantitativa del ácido benzoico y benzoatos alcalinos.
COGUANOR NGO	34 003 h29	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Determinación cualitativa y cuantitativa del ácido sórbico y sorbatos alcalinos.
COGUANOR NGO	34 033	Azúcar blanco sin refinar.
COGUANOR NGO	34 034	Azúcar refinado.
COGUANOR NGO	34 039	Etiquetado de productos alimenticios envasados para consumo humano.
	1a. Revisión	
COGUANOR NGO	34 107	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Toma de muestras.
COGUANOR NGO	34 136	Productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Prácticas higiénico-sanitarias para su elaboración.
3. DEFINICIONES		
3.1 Mermelada de piña. Es el producto de consistencia gelatinosa, o pastosa, obtenido por la cocción y concentración de piñas (<i>Ananas sativus</i>) sanas, limpias y adecuadamente preparadas, adicionadas de azúcar u otros edulcorantes naturales, con o sin adición de agua.		
Continúa		
Publicada en el Diario Oficial el 22 de agosto de 1986.		
6.2 Características físicas y químicas		
a) La mermelada deberá prepararse con una mezcla de no menos de 45 partes en masa de fruta, de composición natural con respecto a los sólidos solubles (véase numeral 4.7), preparada adecuadamente, por cada 55 partes en masa de edulcorantes.		
Continúa		
COGUANOR NGO 34 064		
4/7		
b) Como edulcorante podrá emplearse azúcar, azúcar invertido, o dextrosa, ya sea en forma aislada o mezclados. También podrá emplearse jarabe de glucosa, en proporción tal, que el 25% (m/m) como máximo de los sólidos edulcorantes secos contenidos en la mermelada, provengan de los sólidos secos contenidos en el jarabe de glucosa.		
c) La cantidad mínima de sólidos solubles totales será de 65% (m/m).		
d) El valor del pH estará comprendido entre 3.0 y 3.8.		
e) Como conservador podrá emplearse cualquiera de las tres sustancias químicas siguientes: benzoato de sodio o ácido benzoico en cantidad tal que no exceda de 0.1% en masa, expresado como ácido benzoico en el producto final; ácido sórbico o sus sales de sodio o potasio en cantidad tal, que no exceda de 0.2% en masa, expresado como ácido sórbico en el producto final; y no más de 40 mg/kg de anhídrido sulfuroso libre, ó 200 mg/kg, como máximo, de anhídrido sulfuroso total en el producto final.		
f) Como sustancia tampón podrá emplearse el citrato de sodio y el tartrato de sodio y potasio, solos o mezclados, en proporción no mayor de 0.2% (m/m).		

Fuente: Comisión Guatemalteca de Normas. (2006). *Norma COGUANOR NTG 34 064*.

Anexo 3. Reglamento técnico centroamericano para mermeladas

4.2.4 Jaleas, mermeladas y rellenos de frutas para pastelería.			
Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite máximo permitido
Recuento Mohos y Levaduras	3	C	10 ² UFC/g
<i>Salmonella ssp</i> /25 g (para rellenos)	10		Ausencia

Fuente: Reglamento técnico Centroamericano. (2020). *RTCA categoría 4.2.4 Criterios microbiológicos categoría 4.2.4*

