



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

**EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE  
BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA**

**Lcda. Sara Noemí García Morales**  
Asesorado por el MSc Claudia Marroquín

Guatemala, mayo de 2023



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**LCDA. SARA NOEMÍ GARCÍA MORALES**  
ASESORADO POR EL MSC CLAUDIA MARROQUÍN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS**

GUATEMALA, MAYO DE 2023



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. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADORA	Mtro. Inga. Hilda Piedad Palma Ramos
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Vladimir Iván Pérez Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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: **EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA**, presentado por: **Lcda. Sara Noemí García Morales**, 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, mayo de 2023

AACE/gaoc



**Guatemala, mayo de 2023**

LNG.EEP.OI.493.2023

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:

**“EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA”**

presentado por **Lcda. Sara Noemí García Morales** 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 **EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA**, de la estudiante **Sara Noemí García Morales** quien se identifica con número de carné **2327721420101** 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, 13 mayo de 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: **“EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA”** de la estudiante **Sara Noemí García Morales** del programa de Maestría en **Ciencia y Tecnología de los Alimentos**, identificada con número de DPI: **2327721420101**.

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



**Lic. Claudia Marroquín**  
**Química Bióloga**  
**Colegiada No. 3377**

---

MSc. Claudia Marisol Marroquín López

Colegiado No. 3377

Asesor de Tesis



## **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:

**EVALUACIÓN DE EFECTO DE HILADO EN PAN BLANCO Y RECOMENDACIONES DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA EN UNA PANADERÍA EN MIXCO, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Posgrado, con fecha 23 de mayo de 2020.

**Lcda. Sara Noemí García Morales**



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme llegar a este punto. Por estar presente en mis logros y guiarme en mi camino.
- Mis padres** Carmelino García y Rosa Morales. Su amor será siempre mi inspiración, gracias por inculcar en mí el ejemplo del esfuerzo.
- Mi hermano** Antonio García. Por ser una importante influencia en mi carrera, entre otras cosas.
- Mis tíos** Carlos Morales Masaya (q. d. e. p.) y Marina Morales Masaya (q. d. e. p.) Por ser dos ángeles en mi vida.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Institución que me brindó la oportunidad para realizar mis estudios de maestría.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por facilitarme acceso a la información y profesionales capacitados.
<b>FQB Laboratorios INNOLAB</b>	Por brindarme el espacio y recursos para realizar este proyecto.
<b>Panadería y Repostería Lay</b>	Institución que me abrió las puertas permitiendo acceso a los documentos e instalaciones.
<b>MSc. Claudia Marroquín</b>	Por su valiosa asesoría en los aspectos técnicos con sus conocimientos
<b>Amigos</b>	Elisa Reyna, por estar ahí y apoyarme en cada paso de este proyecto.



# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Presentación de la institución .....	9
2.1.1. Definición de industria de alimentos.....	9
2.1.2. Tipos de industrias alimentarias .....	9
2.1.3. Institución productora de alimentos bajo estudio .....	12
2.1.4. Mixco, Guatemala .....	13
2.1.4.1. Historia .....	13
2.1.4.2. Ubicación geográfica .....	14
2.1.4.3. Condiciones de temperatura.....	15
2.2. Pan blanco.....	16
2.2.1. Definición de pan .....	17
2.2.2. Tipos de pan .....	17
2.2.3. Composición de pan blanco .....	19
2.3. Ingredientes para la elaboración de pan blanco.....	20
2.3.1. Agua .....	20

2.3.2.	Sal .....	20
2.3.3.	Harina dura.....	21
2.3.4.	Levadura .....	23
2.3.5.	Preservantes o conservantes .....	23
2.3.6.	Proceso de producción de pan .....	25
2.4.	Efecto hilado .....	25
2.4.1.	Definición de efecto hilado.....	25
2.4.2.	Bacterias productoras del efecto hilado .....	27
2.4.3.	Fuentes de contaminación.....	28
2.4.4.	Condiciones de almacenamiento ideales para crecimiento de bacterias productoras de hilado en pan .....	29
2.4.5.	Método de identificación de bacterias productoras de hilado.....	30
2.5.	Buenas prácticas de manufactura .....	31
2.5.1.	Definición de buenas prácticas de manufactura.....	31
2.5.2.	Importancia de las buenas prácticas de manufactura .....	32
2.5.2.1.	Inocuidad .....	32
2.5.3.	Objeto y ámbito de aplicación de Reglamento Técnico Centroamericano buenas prácticas de manufactura 67.01.33:06. (2006).....	33
2.5.4.	Contenido de documento Reglamento Técnico Centroamericano buenas prácticas de manufactura 67.01.33:06. (2006).....	34
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....	37
4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	43

4.1.	Objetivo 1. Medir tiempo y temperatura en que se almacena el pan en anaqueles después de la producción .....	43
4.2.	Objetivo 2. Analizar muestras de pan blanco para determinar la presencia de microorganismos productores de efecto hilado.....	44
4.3.	Objetivo 3. Identificar la práctica de buenas prácticas de manufactura en la línea de producción de pan blanco para hacer recomendaciones pertinentes .....	47
4.4.	Objetivo general. Evaluar efecto de hilado en pan blanco y recomendar buenas prácticas de manufactura en una panadería en Mixco, Guatemala .....	48
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	67
5.1.	Análisis interno .....	67
5.2.	Análisis externo .....	69
	CONCLUSIONES.....	73
	RECOMENDACIONES.....	75
	REFERENCIAS .....	77
	APÉNDICES.....	83



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Departamento de Guatemala y sus municipios.....	15
2.	Gráfica de temperatura de almacenamiento de pan blanco .....	43
3.	Presencia de microorganismos productores de efecto hilado .....	44
4.	Frecuencia de microorganismos productores del efecto hilado....	45
5.	Relación de temperatura frente a presencia de microorganismos productores de efecto hilado .....	46

### TABLAS

I.	Temperatura promedio en Mixco durante todo el año .....	16
II.	Clasificación del pan por su hidratación .....	18
III.	Clasificación del pan según tipo de cereal .....	19
IV.	Clasificación del pan según método de elaboración .....	19
V.	Composición de la harina.....	23
VI.	Operacionalización de las variables .....	39
VII.	Evaluación de buenas prácticas de manufactura en panadería .....	47
VIII.	Plan de acción de recomendaciones de buenas prácticas de manufactura .....	48



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>AI</b>	Actividad de agua
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>g</b>	Gramo
<b>mL</b>	Mililitro
<b>%</b>	Porcentaje
<b>pH</b>	Potencial de hidrógeno



## GLOSARIO

<b>ATCC</b>	Colección Americana de cultivos tipo; por sus siglas en inglés <i>American Type Culture Collection</i> .
<b>BPM</b>	Buenas prácticas de manufactura
<b>Compendium of Methods for Analysis</b>	Compendio de métodos para análisis
<b>Contaminación</b>	Presencia de cualquier material anormal que es un riesgo para la salud.
<b>Efecto hilado</b>	Deterioro del pan provocado por bacterias productoras de esporas resistentes al calor.
<b>Inocuidad</b>	Característica que indica no produce daño a la salud.
<b>MAEF</b>	Mesófilo aerobio productor de esporas
<b>Pan</b>	Alimento hecho de harina de trigo, fermentado y horneado.
<b>RTCA</b>	Reglamento técnico centroamericano
<b><i>The Microbiological Examination of Foods</i></b>	Microbiológico de alimentos.

**UFC**

Unidad formadora de colonia

## RESUMEN

El objetivo principal del estudio era evaluar el efecto de hilado en pan blanco y hacer recomendaciones de buenas prácticas de manufactura en una panadería en Mixco, Guatemala.

Se evaluó el estado de inocuidad de la planta de producción de pan blanco usando métodos observacionales por medio de análisis microbiológicos tomando como referencia *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* 2015, registros de temperatura y evaluación de buenas prácticas de manufactura según lo que indica el Reglamento técnico centroamericano 2006 Industria de Alimentos y Bebidas Procesados Buenas Prácticas de Manufactura Principios Generales.

Los hallazgos indican que el 20 % de las muestras analizadas tienen presencia de microorganismos productores de efecto hilado, las temperaturas se mantienen en el rango adecuado para la proliferación de dichos microorganismos y la evaluación de buenas prácticas de manufactura fue de 51 puntos, que evidencia oportunidades de mejora principalmente en los requerimientos de instalaciones y personal.

La principal conclusión fue que los propietarios indican que está en sus planes iniciar una nueva planta de producción en otra ubicación tomando en cuenta las recomendaciones de este estudio, se recomienda hacer de nuevo la evaluación el cumplimiento con RTCA de BPM, posterior a la implementación de las recomendaciones, y fomentar el sistema de BPM con los trabajadores.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Evaluar efecto de hilado en pan blanco y recomendar buenas prácticas de manufactura en una panadería en Mixco, Guatemala.

### **Específicos**

1. Medir tiempo y temperatura en que se almacena el pan en anaqueles después de la producción.
2. Analizar muestras de pan blanco para determinar la presencia de microorganismos productores de efecto hilado.
3. Determinar buenas prácticas de manufactura en la línea de producción de pan blanco para hacer recomendaciones pertinentes.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación consistió en una sistematización de sistema de inocuidad en un lugar donde se preparan alimentos; mediante la determinación de presencia de bacterias productoras del efecto hilado en pan blanco de una pequeña empresa de productos de panadería, también incluyó la evaluación de buenas prácticas de manufactura evaluando las condiciones de la planta que afectan al pan blanco.

El problema principal de la empresa era que no se había hecho ningún tipo de evaluación microbiológica o de las BPM de la planta de producción de pan blanco. Dada la importancia de la inocuidad de los alimentos, las evaluaciones iniciales realizadas en este estudio son un punto de partida para la mejora continua de la planta y sus productos.

El enfoque del estudio fue de criterio, tipo cualitativo, diseño experimental en el que se realizó un muestreo diario durante treinta días del producto terminado, donde se evaluó la presencia de microorganismos productores del efecto hilado en pan blanco, se registraron las condiciones de almacenamiento del producto terminado y se evaluaron las BPM según lo que indica el Reglamento Técnico Centroamericano 2006 industria de alimentos y bebidas procesados buenas prácticas de manufactura principios generales. El alcance incluyó describir las condiciones de la panadería en el tiempo analizado, para evidenciar oportunidades de mejora en la planta a las que se dio recomendaciones.

Los resultados fueron de beneficio a la planta de producción de pan blanco ya que las recomendaciones ayudarán a mejorar los procesos e instalaciones y por consiguiente mejorar la inocuidad de los productos que elaboran.

Los capítulos del informe incluyen:

El capítulo I. Marco Referencial, incluyó estudios de apoyo para la formulación y resolución del problema,

En el capítulo II. Marco Teórico donde se explicaron los factores que favorecen la presencia de efecto hilado, la causa, la composición del pan blanco y buenas prácticas de manufactura.

El capítulo III comprendió el desarrollo de la investigación donde se detallan las fases de la investigación.

El capítulo IV describió los resultados obtenidos y resultados de los análisis microbiológicos, registros de temperatura, así como la lista de evaluación de BPM en la línea de producción de pan blanco.

El capítulo V incluyó la discusión de resultados, análisis interno y externo, donde se incluyeron las variables evaluadas y el efecto que tienen sobre el producto final, así mismo se compararon los resultados con estudios similares, dentro del análisis interno también incluyó recomendaciones según la evaluación de BPM. Para terminar, se exponen las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó según el estudio efectuado.

## 1. MARCO REFERENCIAL

A continuación, se detallan estudios de referencia que fueron útiles para la investigación:

En la revisión realizada por Rosenkvist y Hansen (1995) afirmaban que The incidence of wheat bread spoilage caused by *Bacillus* has increased during the last few years presumably because more bread is produced without preservatives and often added raw materials such as bran and seeds (...) Wheat grains and raw materials for bread production were found to be sources of heat resistant *Bacillus* spores as also described in other studies. [La incidencia de deterioro causado por *Bacillus* en pan de trigo ha incrementado durante los últimos años presumiblemente porque más pan es producido sin preservantes y se agregan materias primas como salvado y semillas (...) Se encontró que granos mojados y materias primas para la producción de pan son fuentes de esporas de *Bacillus* resistentes al calor].

The *Bacillus* counts in white and whole meal wheat loaves produced without preservatives or sour dough were consistently  $10^6$  CFU/g after two days of storage at ambient summer temperatures (25-30 °C). (...) Only strains of *Bacillus subtilis* were associated with ropiness in bread in our investigations. [El recuento de *Bacillus* en hogazas de pan blanco e integral producidos sin preservantes o masa madre crecieron consistentemente en  $10^6$  UFC/g después de dos días de almacenamiento a temperatura ambiente de verano (25-30 °C). (...) solo cepas de *B. subtilis* fueron asociadas con hilado en pan en esta investigación].

El estudio fue de utilidad para la investigación ya que indicaba las condiciones, tanto de la materia prima como temperatura y tiempos de almacenamiento, en las que se encontró con mayor frecuencia el microorganismo causante de hilado en pan; además la antigüedad de este estudio es importante ya que la aclaración del uso de preservantes que evitaba el desarrollo de las bacterias degradantes del pan es información poco reciente y su uso debiera implementarse como un paso más en la elaboración del pan o bien en la elaboración de la materia prima.

Es importante mencionar que en Mixco “durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 12°C a 25°C y rara vez baja menos de 9°C o sube más de 28°C” (INC, 2021, párr. 1). Condición que es favorable para el crecimiento de bacterias productoras del efecto hilado según las condiciones. (Rosenkvist y Hansen,1995)

Vaičiulytė, Žvirdauskienė, Šalomskienė, y Šarkinas (2015), establecían que During the storage of samples at  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , moderate rope appeared on the 3rd day of storage, depending on the level of contamination. The results of the research showed that during the storage of bread for up to 5 days, the number of spore-forming bacteria was still increasing evenly, and the signs of ropiness became more intensive with increasing of storage temperature. The signs of ropiness (rotting smell, sliming of the pulp, colored spots) appeared already from the first day of storage: slight rope at  $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , moderate rope at  $30 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . [Durante el almacenamiento de las muestras a  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , se presenta un moderado efecto hilado al 3er día de almacenamiento, dependiendo del nivel de contaminación. El resultado de la investigación mostró que, durante el almacenamiento de pan por 5 días, el número de bacterias esporo formadoras seguía incrementado y los signos de hilado se volvieron más intensos con el incremento de la temperatura de almacenamiento. Los signos de hilado (olor a

descomposición, adelgazamiento de la miga, lugares manchados) aparecieron desde el primer día de almacenamiento: hilado leve a  $18 \pm 2$  °C, hilado moderado a  $30 \pm 2$ °C].

Este estudio es importante ya que explicaba las características que se observan en el producto contaminado por bacterias espora formadoras causantes del efecto hilado, de esta manera se pudo conocer la forma macroscópica y se relacionó con los hallazgos microscópicos que se esperaba encontrar; también fue de utilidad para el estudio porque indica las condiciones en las que se esperaba encontrar hallazgos de la bacteria mencionada, al igual que el estudio anteriormente descrito.

En cuanto al origen y fuente de la contaminación; Raymundo y Romaní (2016) exponían que:

Aunque los microorganismos pueden proceder de casi cualquier ingrediente empleado en la producción del pan, los principales responsables son la harina y el equipo que previamente ha estado en contacto con masa contaminada. El ahilamiento o efecto hilado tiene lugar cuando el clima es húmedo y cálido. Las esporas sobreviven fácilmente el horneado, dando lugar a que germinen y se desarrollen en 36-48 horas en el interior del pan para formar la característica masa marrón, fibrosa y blanda con olor a piña o melón maduros. Las condiciones que favorecen que aparezca esta alteración son: un lento período de enfriamiento o almacenamiento por encima de los 25 °C, pH por encima de 5, un elevado nivel de esporas en materia prima y una pieza de pan húmedo. (p.11)

Este estudio exponía varios factores que afectaban al producto y eran ideales para la proliferación de microorganismos, esta información fue de utilidad

en la evaluación de las BPM y registros de temperatura porque aportaron ideas de donde se puede buscar oportunidades para controlar en la planta de producción y mejorar el producto alimenticio.

Ambos estudios fueron de utilidad ya que relacionaban a las bacterias espora formadoras con el efecto hilado que se produce en el pan, por lo que se buscó un método microbiológico que pudiera identificar este tipo de microorganismos, además reportan que durante el tiempo de verano es cuando más aislamientos se observaron de las bacterias productoras del efecto hilado. (Rosenkvist y Hansen, 1995; Vaičiulytė, *et al.*, 2015)

Debido a que Guatemala y, específicamente en Mixco, se mantiene a temperaturas constantes y templadas similares a las de los estudios mencionados, se hizo monitoreo de las condiciones y se documentó estos datos.

El estudio realizado por Valerio, *et. al.*, (2012) expresa:

The diversity of spore-forming bacteria isolated from raw materials/bread (...) Microbiological analysis showed that 23% of semolina and 42% of other raw materials (including grain, brewer yeast, improvers) contained more than 100 spores/g and more than 50% of each kind of sample was contaminated at a level ranging from 1 to 100 spores/g. A high bacterial diversity characterized raw materials. In total 176 isolates were collected and characterized: 13 bacterial species belonging to *Bacillus* and *Paenibacillus* genera were identified. (...) In conclusion, results demonstrate that raw materials used to produce bread represent a rich source of spore-forming bacteria, therefore their microbiological quality should be monitored before use. [La diversidad de bacterias espora formadoras aisladas de material prima del pan (...) análisis microbiológicos mostraron que el 23 %

de semolina y 42 % de otra materia prima (incluyendo granos, levadura, aditivos) contaminados en más de 100 esporas por gramo. Una alta diversidad de bacterias caracterizadas de la materia prima. En total se recolectaron 176 aislamientos, se caracterizaron e identificaron 13 especies pertenecientes al género *Bacillus* y *Paenibacillus*. (...) en conclusión, los resultados demostraron que la materia prima usada para producir pan representa una rica fuente de bacterias espora formadoras, es por eso por lo que debe monitorearse el control microbiológico].

Este estudio demostraba que la fuente de contaminación era también la materia prima por lo que la implementación de controles y divisiones entre el producto final y materia prima eran necesarios para mejorar el producto, los cuales se consideran en la evaluación de buenas prácticas de manufactura.

Raymundo y Romaní (2016) explican métodos de control de crecimiento microbiano para evitar el efecto hilado en el pan, que se pueden usar como parte para la panadería bajo estudio:

La actividad de agua suele ser algo baja para el crecimiento bacteriano por lo que el ahilamiento solo puede aparecer en áreas localizadas en las que la humedad es elevada. Sin embargo, alteraciones como olor no característico del pan, no son un problema por la adición de propionato cálcico (u otro preservante), una buena higiene (limpieza física y microbiológica) y unas buenas prácticas panaderas mantienen bajo control los problemas con microorganismos. (p.12)

Este estudio también proponía opciones de preservantes que se podían usar para evitar la proliferación microbiana.

Pepe, *et al.*, (2003), indican un método de control de las bacterias productoras del efecto hilado.

Strains of lactic acid bacteria previously isolated from sourdough were first selected for anti-rope activity on bread slices and then used as starters for bread-making experiments. Prevention of growth of approximately  $10^4$  rope-producing *B. subtilis* G1 spores per  $\text{cm}^2$  on bread slices for more than 15 days was observed when heat-treated cultures of *Lactobacillus plantarum* E5 and *Leuconostoc mesenteroides* A27 were added. Growth of *B. subtilis* G1 occurred after 7 days in breads started with *Saccharomyces cerevisiae* T22, *L. plantarum* E5, and *L. mesenteroides* A27 [Cepas de bacterias ácido-lácticas previamente aisladas de masa madre fueron seleccionadas por su actividad anti-hilado en rodajas de pan y luego usadas como inóculos en experimentos de elaboración de pan. Se observó prevención de crecimiento de esporas de *B. subtilis* G1 productoras de hilado por  $\text{cm}^2$  aproximadamente en  $10^4$  por más de 15 días cuando se agregaron cultivos térmicamente tratados de *Lactobacillus plantarum* E5 y *Leuconostoc mesenteroides* A27].

Después de 7 días hubo crecimiento de *B. subtilis* G1 en panes inoculados con *Saccharomyces cerevisiae* T22, *L. plantarum* E5, and *L. mesenteroides* A27. Compared to bread started with *S. cerevisiae* T22 alone, bread manufactured with *L. plantarum* E5 and *L. mesenteroides* A27 associated with *S. cerevisiae* T22 delayed rope symptoms for a time that depended on the storage temperature used. A lower storage temperature ( $23^\circ\text{C}$ ) extended the bread shelf life for 7 days, whereas storage at  $30^\circ\text{C}$  controlled ropiness for 4 days. [En el pan manufacturado con *L. plantarum* E5 y *L. mesenteroides* A27 asociados con *S. cerevisiae* T22. [Los síntomas de hilado se demoraron por un tiempo que dependía en la temperatura de almacenamiento utilizada comparado con pan inoculado solo con *S. cerevisiae* T22. Una temperatura de almacenamiento más baja ( $23^\circ\text{C}$ )

extendió la vida de anaquel por 7 días, mientras que el almacenamiento a 30°C controlaba el hilado por 4 días].

Esta investigación aportaba opciones de control microbiológico que se le puede ofrecer a la panadería bajo estudio para control bacteriano.

Barclay (2015), en su guía, concluyó que:

Las buenas prácticas de manufactura son una oportunidad para mejorar los procesos productivos en lo que a inocuidad se refiere, con esta implementación la empresa logrará conseguir productos más seguros, que garanticen que su consumo no dañará ni perjudicará la salud de quienes lo ingieran.

Con la implementación de las BPM, se logrará dar el primer paso en un largo camino hacia el aseguramiento de la inocuidad y calidad alimentaria, la empresa mejorará sus procesos productivos, debido a que se concientizará acerca de los beneficios que trae este proceso de cambio a su organización, y como la imagen de esta mejorará y tendrá mejores oportunidades de posicionamiento en el mercado.

Abordar con decisión las BPM será estratégico para la empresa, por razones de salud pública, de competitividad, de acceso a mercados, de bienestar y de progreso en general. (pp. 23-24)

Por lo tanto, la implementación de BPM en plantas de producción de pan blanco es importante para regular la inocuidad del producto que se ofrece al consumidor. En este caso, este documento se puede usar como guía para evaluar la práctica de las BPM dentro de la panadería y hacer las recomendaciones

correspondientes usando, como herramienta de evaluación, la lista de verificación que se encuentra en Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06. 2006 de Industria de Alimentos y Bebidas Procesadas. Buenas prácticas de manufactura.

El estudio realizado por Pacheco y Pepe (2015), en una empresa de producción de agua, es un ejemplo que al hacer evaluaciones y evidenciar las oportunidades de mejora se puede tomar acción y mejorar en el proceso para ofrecer un mejor producto al consumidor, en el estudio mencionado se obtuvo una nota inicial de 47.73 y luego de aplicación de mejoras se llegó a un cumplimiento de 89.39, nota que fue verificada y validada con análisis microbiológicos.

En el caso del estudio realizado por Gómez (2017) se realizó un manual de BPM para restaurantes de comida china “a partir de diagnóstico en el área de cocina para mejorar cumplimiento de BPM y capacitación del personal. El objetivo del estudio fue brindar herramientas para que este tipo de instituciones generen productos higiénicos y seguros para el consumidor” (p. 5).

Las fuentes referenciadas contribuyen a la investigación ya que mencionaban características y condiciones teóricas de crecimiento de los microorganismos productores del efecto hilado, aportaban información sobre las condiciones de temperatura en la ubicación de la planta bajo estudio, exponían uso de buenas prácticas de manufactura en diferentes industrias alimenticias y mencionaban formas de control microbiano. Por lo que dicha información se tomó de guía para orientar la investigación tomando en cuenta las conclusiones de cada estudio.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Presentación de la institución**

A continuación, se presenta la definición de industria de alimentos.

#### **2.1.1. Definición de industria de alimentos**

El término industrias alimentarias abarca un conjunto de actividades industriales dirigidas al tratamiento, la transformación, la preparación, la conservación y el envasado de productos alimenticios. En general, las materias primas utilizadas son de origen vegetal o animal.

La industria alimentaria ha experimentado un intenso proceso de diversificación y comprende desde pequeñas empresas tradicionales de gestión familiar, caracterizadas por una utilización intensiva de mano de obra, a grandes procesos industriales altamente mecanizados. (Berkowitz, 2012, p. 67.2)

#### **2.1.2. Tipos de industrias alimentarias**

La elaboración industrial de productos alimentarios involucra materias primas procedentes de actividades de agricultura, ganadería y pesca. (Ministerio de Trabajo de Asuntos Sociales, s.f.)

Los tipos de industrias alimentarias se incluyen y se definen a continuación:

- Panadería, bollería, pastelería y galletas: uso de harina, nata mantequilla, azúcar, fruta y condimentos. Se suelen almacenar en silos, sacos de grandes dimensiones y bolsas. Se usan procesos de amasado, molienda, corte, extrusión o moldeo. El producto final se vende en bolsas y paquetes, a mayoristas o por menor.
- Cárnica: las fuentes de carne para consumo humano incluyen carne de ganado vacuno, porcino, ovino; en algunos países caballo y camello. El proceso para el sacrificio del ganado incluye las fases: recepción, marcado, aturdimiento, sangrado, extracción de patas y cabeza, retirada de piel, extracción de vísceras, división de las reses, lavado, refrigeración y proceso de elaboración.
- Pescado: incluye todo tipo de pescado. Los productos se almacenan en refrigeradores a granel en salazón o en barriles. Se preservan por procesos de ultracongelación, secado, ahumado o esterilización.
- Frutas y verduras: incluye frutas y verduras frescas que pueden tratarse por técnicas de escaldado, cocción, triturado, concentración de zumo. Se preservan por esterilización, pasteurización, secado, deshidratado, liofilización, congelación.
- Láctea: uso de leche y azúcar, principalmente. El proceso incluye: desnatado, batido, coagulación o maduración, también procesos para garantizar su preservación como pasteurización, esterilización, concentración o desecación.

- Aceites y grasas: uso de cacahuates, aceitunas, dátiles, frutas, cereales y otras grasas animales o vegetales. Para su producción se usan procesos de molienda, extracción, filtrado, pasteurización. En Guatemala hay un amplio uso de palma africana para la producción de aceites.
- Conservas: productos alimenticios que se han conservado por métodos de secado, salazón o fermentación. Envasados en recipientes herméticos. Tienen un periodo de caducidad prolongado, incluso años. Los alimentos se limpian, pelan y trocean; posteriormente se sumergen en una solución, se esterilizan por tiempos prolongados. Se almacenan a temperatura ambiente y solo se requiere calentamiento para su consumo.
- Azúcar: uso de remolacha o caña de azúcar como materia prima principalmente. Se elabora por medio de trituración, maceración, concentración al vacío, centrifugado o secado. El producto final se entrega en bolsas y paquetes.
- Bebidas: uso de fruta, cereales, agua. Se fabrican por procesos de destilación, mezcla o aireación. Uso de procesos de pasteurización para garantizar su preservación. El producto final puede ser en presentación de botella, barril o lata. Incluye bebidas carbonatadas.
- Cacao, chocolate y confitería: uso de cacao y grasas. Se elabora por procesos de tostado, molienda, mezcla, conchado y moldeo.
- Molinería y piensos compuestos: incluye los cereales procesados por métodos de trituración, cribado, molienda o rodadura. El producto final puede ser a granel para entrega en silos, sacos, bolsas o embalaje para minoristas.

- Precocinados y cocinados: cualquier tipo de alimento que ha sido cocinados, enfriados rápidamente y mantenidos recalentados para servirlos al consumidor. En el caso de los precocinados se han mantenido en refrigeración o congelados. (Berkowitz, 2012; Achón, Alonso, Varela, y García; 2007)

### **2.1.3. Institución productora de alimentos bajo estudio**

La planta bajo estudio es una empresa productora de pan para consumo diario que provee el pan a 3 despachos de pan ubicados alrededor de zona 11 de Mixco, uno de ellos y el principal se ubica junto a la planta de producción. Esta panadería se dedica a la elaboración de diversos productos alimenticios como lo son:

- Pan de manteca
- Pasteles
- Pan blanco, siendo este su producto principal.
- Pan de ajo
- Pan integral

En el momento de la visita se indicó que la empresa cuenta con 8 empleados que laboran en dos turnos (mañana y tarde) que se encargan de la elaboración de cada uno de los productos de panificación, más el personal encargado del transporte y distribución. La panadería cuenta con 1 pastelero quien elabora los pasteles tres veces por semana.

Es un negocio familiar que ha permanecido funcionando a lo largo de tres generaciones, administrado desde su fundación por el propietario y fundador el señor Marcelo Lay Aguirre junto a sus hijos. Esta iniciativa lleva funcionando

alrededor de 22 años con las instalaciones ubicadas en zona 11 de Mixco bajo el nombre de Panadería y Repostería Lay.

Las instalaciones de la empresa cuentan con área de bodega de materia prima, área de producción donde está ubicada la línea de elaboración del pan blanco, área de cisterna de agua, tanque de gas ubicado en la parte externa de la planta, área de venta y área de entrega de producto final.

#### **2.1.4. Mixco, Guatemala**

A continuación, se presenta la historia del municipio de Mixco, departamento de Guatemala.

##### **2.1.4.1. Historia**

Mixco es un municipio cuya historia, al igual que toda Guatemala, tiene sus orígenes en pueblos Mayas que después fueron colonizados por españoles. Alrededor del año 1,526 se establece la población en la ubicación que hoy se conoce, con los habitantes del destruido Mixco Viejo.

Mixco es un municipio rico en tradiciones y recursos naturales, en lo que destaca mencionar la feria que se celebra el último fin de semana de enero de cada año y sus fuentes de agua que han abastecido a la ciudad de Guatemala desde inicios del siglo XX. (Garzaro, 2016)

En cuanto a zona 11 para 2016, el 91 % de las viviendas contaban con servicio de agua potable, el 98 % con servicio de drenajes, el 100 % con energía eléctrica y el 91 % con recolección de desechos sólidos. Para 2018 el 24 % de los trabajadores se dedicaban a la industria alimenticia y

textil. Cabe mencionar que el 46 % del terreno es barranco. (Muni Mixco, 2018, párr. 1,2,3)

#### **2.1.4.2. Ubicación geográfica**

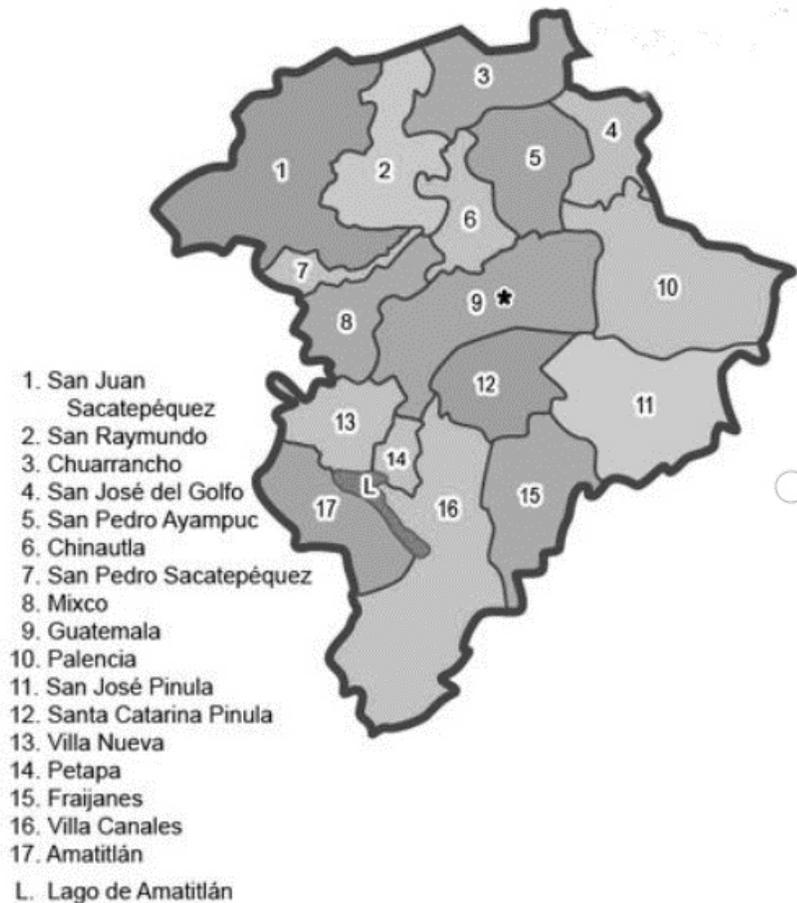
El departamento de Mixco es uno de los 340 municipios de la república de Guatemala, pertenece al departamento de Guatemala, con una extensión de 132 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una distancia de 17 kilómetros de la ciudad de Guatemala.

Ubicado en el extremo oeste de la ciudad capital. Se localiza a 90 36' 23" de longitud oeste y 14 37' 59" de latitud norte, cuenta con una temperatura promedio de 27 C.

Los límites del departamento al norte son con los municipios de San Pedro Sacatepéquez, San Juan Sacatepéquez y Chinautla; al sur con Villa Nueva, al este con la ciudad de Guatemala y al oeste con Sacatepéquez.

El municipio está integrado por 11 zonas conformadas por colonias, aldeas, cantones y la cabecera municipal; por su proximidad a la ciudad de Guatemala algunas aldeas se convirtieron en colonias y lotificaciones residenciales. (Garzaro, 2016)

Figura 1. Departamento de Guatemala y sus municipios



Fuente: Garzaro, (2016). *Historia de Mixco*.

### 2.1.4.3. Condiciones de temperatura

“El clima del municipio de Mixco se define por una temperatura que generalmente varía entre 12 °C a 25 °C y pocas veces se encuentra por debajo de los 9 °C o por arriba de los 28 °C, durante el transcurso del año” (Cedar Lake Ventures INC, 2021, párr. 1).

La temporada templada dura 2.0 meses, del 19 de marzo al 17 de mayo, y la temperatura máxima promedio diaria es mayor de 25 °C. El mes más cálido del año en Mixco es mayo, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y mínima de 16 °C.

La temporada fresca dura 4.0 meses, del 30 de septiembre al 31 de enero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 23 °C. El mes más frío del año en Mixco es enero, con una temperatura mínima promedio de 12 °C y máxima de 22 °C. (Cedar Lake Ventures INC, 2021, párrs. 2-3)

**Tabla I. Temperatura promedio en Mixco durante todo el año**

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Máxima	22 °C	23 °C	25 °C	25 °C	25 °C	23 °C	23 °C	23 °C	23 °C	22 °C	22 °C	22 °C
Temp.	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	18 °C	18 °C	17 °C	16 °C				
Mínima	12 °C	12 °C	13 °C	15 °C	16 °C	16 °C	15 °C	15 °C	15 °C	15 °C	14 °C	13 °C

Fuente: Cedar Lake Ventures INC, (2021). *El clima promedio en Mixco Guatemala.*

Referencia elaborada con “datos recolectados desde el año 1980 a 2016 basados en análisis estadísticos de informes climatológicos. (Cedar Lake Ventures INC, 2021)

## **2.2. Pan blanco**

A continuación, se presenta la definición de pan.

### **2.2.1. Definición de pan**

Según la Real Academia Española (2022) el pan es un “alimento que consiste en una masa de harina, por lo común del trigo, levadura y agua, cocida en un horno” (párr. 1).

Es el producto resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina y agua, con o sin adición de sal, fermentada con la ayuda de levadura de panificación o masa madre.

Debido a la variedad de harinas y tradiciones, en los diferentes pasos de panificación existe una serie de técnicas diferentes y sumado a la industrialización, por lo tanto, mecanización de procesos, ha hecho que la técnica se unifique, sin embargo, la elaboración está influenciada por el lugar donde se encuentre la planta productora de pan. Cabe mencionar, que, como todo producto alimenticio, su elaboración está sujeta a la normativa del lugar donde se elabora. (Carrero y Rodríguez, 2020, p.4)

### **2.2.2. Tipos de pan**

Según Carrero y Rodríguez (2021) se pueden distinguir dos tipos de panes:

- Pan común: “es el pan de consumo habitual en las veinticuatro horas siguientes a su cocción, elaborado con harina o harina integral de cereales, puede incorporar salvado de cereales”.
- Panes especiales: es el pan que cuenta en su elaboración con alguna de las siguientes condiciones:
  - Uso de harina tratada, según legislación.

- Uso de cualquiera de los siguientes ingredientes: gluten de trigo seco o húmedo, leche (entera, condensada, en polvo, total o parcialmente desnatada o suero lácteo), huevo, ovoproductos, granos o semillas procedentes de plantas distintas a los cereales, harinas de malta o extracto de malta, azúcares comestibles, miel, grasas, aceites comestibles, cacao, especias, condimentos, pasas frutas u otros vegetales, aditivos.

Que se haya incorporado en la elaboración procesos tecnológicos especiales, distintos a los usados normalmente para la elaboración de pan común. (p.4)

El pan también se puede clasificar según la legislación del país de elaboración, entre las clasificaciones más importantes se encuentran: por su hidratación, tipo de cereal y método de elaboración. (Carrero y Rodríguez, 2020).

**Tabla II. Clasificación del pan por su hidratación**

Según su hidratación	
Panes	Hidratación en porcentaje
Bregado, de miga dura, español o candeal Candeal castellano Colines Telera de Córdoba	40-50 %
Pan de flama o de miga blanda Pan común Payés Baguette	50-60 %
Rosca de pan gallego Chapata Pan de cristal	Más de 60 %

Fuente: Carrero y Rodríguez, (2020). *Elaboraciones de panadería y bollería*.

**Tabla III. Clasificación del pan según tipo de cereal**

Según el tipo de cereal	
Cereales con gluten	Cereales sin gluten
Pan integral Pan de espelta Pan de emmer Pan de centeno Pan de avena Pan de cebada	Pan de maíz Pan de trigo sarraceno Pan de teff

Fuente: Carrero y Rodríguez, (2020). *Elaboraciones de panadería y bollería*.

**Tabla IV. Clasificación del pan según método de elaboración**

Según su método de elaboración	
Con masa madre natural	La mayoría de los panes pueden elaborarse con cualquiera de estos métodos, siendo más o menos adecuados dependiendo de sus características y los componentes de cada pan.
Por sistema directo	
Con escaldado	

Fuente: Carrero y Rodríguez, (2020). *Elaboraciones de panadería y bollería*.

### 2.2.3. Composición de pan blanco

El pan blanco, encaja en la definición de pan común, se elabora con harina de trigo refinada que se libera de gran parte del salvado; contiene levadura, sal y agua; se le pueden añadir coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados según el reglamento de cada país; tiene una elevada presencia de almidón pero escasa fibra, vitaminas y sales minerales que han quedado en la parte del grano no utilizada por lo tanto su valor energético es alto por su elevado contenido de hidratos de carbono (Gil y Serra, 2010, p.4; Flecha, 2015). “El pan es un alimento que tiene un 40% de contenido de agua con una actividad de agua de 0.94” (Baduí, 2006, p. 220).

## **2.3. Ingredientes para la elaboración de pan blanco**

A continuación, se detalla la función que cada uno de los ingredientes desempeñará en la elaboración del pan blanco.

### **2.3.1. Agua**

“El papel del agua va a ser el de asegurar los enlaces entre los granos del almidón y sobre todo entre las partículas de gluten” (Flecha, 2015, p. 27).

Es el segundo ingrediente en mayor proporción de la masa y hace posible llevar a cabo el amasado de la harina.

El agua hidrata la harina facilitando la formación del gluten, con ello y con el trabajo mecánico del amasado se le confieren a la masa sus características plásticas: la cohesión, la elasticidad, la plasticidad y la tenacidad o nervio.

La presencia de agua en la masa también es necesaria para el desarrollo adecuado de las levaduras para que puedan fermentar. (Mesas y Alegre, 2002, p.310)

### **2.3.2. Sal**

La sal añadida a la masa en una dosis correcta actuará directamente sobre el sabor del pan.

Por el contrario, si ésta se añade en exceso transfigurará el sabor en el pan y la fermentación será lenta. Si esta está en defecto, la fermentación se acelerará. (Flecha, 2015, p.51)

Los pigmentos responsables del color crema de las migas pueden oxidarse en presencia de oxígeno, algo que ocurre durante el amasado. Cuando se oxidan, estos pigmentos pierden su color, blanqueando la masa, y posteriormente la miga. La sal tiene características antioxidantes, evitando estas oxidaciones y manteniendo estos pigmentos activos.

También ralentiza ligeramente la fermentación. Las levaduras son sensibles a las altas presiones osmóticas, y la sal incrementa estas presiones, por lo que dificulta la acción de las levaduras. (Innograin, 2020)

### **2.3.3. Harina dura**

Es ideal para elaborar productos que requieren gran elasticidad o que aguanten bien su forma, necesita un amasado largo. Con este tipo de harina se consiguen productos de gran volumen son ideales para fermentaciones largas (más de 24 horas) porque la red de gluten retiene gran cantidad de gas que se libera durante la fermentación, de esta manera se hincha la masa y mantiene su forma. (Sastre y Polo, 2017, p. 69)

De acuerdo con lo que expone Anejo, (s.f.) Solamente, el trigo y el centeno producen harinas directamente panificables, para lo que es preciso la capacidad de retener los gases producidos durante la fermentación, que ocasiona el aumento del volumen de la masa.

Está formada por:

- Almidón es el componente principal de la harina, además tiene la capacidad de absorber cerca del 40 % de su peso en agua, formada por amilosa y amilopectina es objeto de transformación en azúcar fermentable que será utilizada por las levaduras.
- Proteínas: su contenido proteico contiene gliadinas y glutenina en un 85 % (...) que constituyen el gluten. El contenido en gluten es característica del trigo, hablándose de trigos duros cuando su contenido es mayor al 13 %.
- Azúcares: presentes en la harina, suelen estar en forma de sacarosa y maltosa. Estos disacáridos no son fermentables directamente, sino que es preciso transformarlos enzimáticamente, en azúcares simples, monosacáridos (...) por medio de las enzimas invertasa y maltasa, presentes en la harina.
- Vitaminas: se cree que las vitaminas del pan no tienen mucha importancia por la poca cantidad existente después de cocer el pan. Las más importantes en la harina son las del grupo B y E.
- Fibra: son aquellos compuestos que se encuentran o forman parte de las paredes celulares vegetales, es decir por celulosa, lignina, hemicelulosa y pectinas. El contenido en Pan blanco es 2,7gr de fibra/100gr de pan.
- Minerales: su contenido está “formado por potasio, sodio, calcio y magnesio procedentes básicamente de las capas externas del grano de trigo. (pp. 2, 3, y 5)

La composición de la harina de trigo se describe a continuación:

Tabla V. **Composición de la harina**

Componente	Porcentaje
Almidón	60-72 %
Humedad	14-16 %
Proteínas	8-14 %
Otros compuestos nitrogenados	1-2 %
Azúcares	1-2 %
Grasas	1,2-1,4 %
Minerales	0,4-0,6 %

Fuente: Anejo, (s.f.) *Materias primas*.

#### **2.3.4. Levadura**

“No todas las levaduras son aptas para la panificación, la más utilizada por los panaderos es la *Saccharomyces cerevisiae*” (Anejo, s.f., p.5).

Estos microorganismos con el fin que metabolice por medio de una fermentación alcohólica en donde usa azúcares para producir etanol y CO<sub>2</sub>. Este CO<sub>2</sub> queda atrapado en la masa generando el aumento de volumen. Puede encontrarse en distintas presentaciones: prensada, líquida, deshidratada activa o instantánea, en escamas. (Anejo, s.f., p.11)

#### **2.3.5. Preservantes o conservantes**

El Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10. Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios (2012) indica que los aditivos alimenticios son “cualquier sustancia que no se consume normalmente como

alimento por sí misma ni se usa normalmente como ingrediente típico del alimento, tenga o no valor nutritivo” (p.3).

“El uso está justificado únicamente si ofrece alguna ventaja, no presenta riesgos para la salud del consumidor y no le induce a error o a engaño” (Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10, 2012, p.5).

Dentro de las funciones que indica el reglamento se encuentra: “Aumentar la calidad de conservación o la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades sensoriales, a condición de que ello no altere la naturaleza, sustancia o calidad del alimento de forma que no induzca a engaño al consumidor” (Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10, 2012, p.5).

Baduí (2006) indica que:

Entre los conservantes más utilizados en el pan se encuentran ácido ascórbico y sus sales (sorbatos), ácido propiónico y sus sales (propionato) y parabenos (...) Los propionatos son los más adecuados para productos de panificación por su leve efecto sobre las levaduras permitiendo su funcionamiento adecuado e inhibiendo el crecimiento de mohos y bacterias. (...) Dentro de los propionatos destacan dos principalmente: el propionato de sodio y de calcio, ambos tienen la misma actividad o efecto, sin embargo, cuando en la formulación también hay bicarbonatos o carbonatos es recomendado usar propionato de sodio porque el propionato de calcio interfiere con la producción de dióxido de carbono, la concentración máxima permitida es de 0.3 % dentro de la formulación, aunque debe evaluarse frente al reglamento vigente. (pp. 512-513)

### **2.3.6. Proceso de producción de pan**

Según indica Flecha (2015) en la sección de procesos y técnicas de panificación.

El primer paso es el pesado de cada uno de los ingredientes, seguido del amasado que puede ser manual o mecánico que constituye la base de la elaboración de la masa; donde el principal papel es mezclar los ingredientes que la componen, asegurar un trabajo mecánico hasta que proporcione una masa homogénea y lisa que se desprenda con facilidad de las superficies; para la formación del gluten gracias a la acción mecánica (...) se debe controlar la temperatura del proceso de amasado entre 22 °C a los 26 °C siendo aconsejable la más baja para procesos mecanizados y las más altas para procesos más artesanales. (...) Luego sigue la etapa de reposo donde a mayor tiempo de amasado se debe dar menos tiempo de reposo, se hace el boleado del pan, se le da forma, se deja madurar y, por último, se llega a la etapa de horneado. (pp. 13-56)

## **2.4. Efecto hilado**

A continuación, se presenta la definición de efecto hilado.

### **2.4.1. Definición de efecto hilado**

El pan como cualquier otro producto están sujetos a varios tipos de problemas de deterioro, Saranraj y Sivasakthivelan (2016) exponen que: Members of the genus *Bacillus* bring about bacterial spoilage of bread known as rope. This is of major economic to the baking industry. Ropiness which is the most important spoilage of bread after moldiness occurs particularly in summer when

the climatic conditions favor growth of bacteria. [Miembros del género *Bacillus* producen deterioro bacteriano del pan conocido como hilado. Esto es de gran importancia para la industria de panificación. El hilado que es el deterioro más importante del pan después del moho ocurre particularmente en verano cuando las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de las bacterias].

Rumeus y Turtoi (2013) al investigar la masa madre en el deterioro del pan indican que rope spoilage is a bread disease which consists in bacterial decomposition of the bread crumb. Spoilage organisms are heat-resistant spores of bacteria *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* and *B. pumilus* which survive the baking process” [El deterioro por hilado es una afección del pan que consiste en la descomposición bacteriana de la miga del pan. Estos organismos deteriorantes son esporas de bacterias como *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* y *B. pumilus* resistentes al calor que sobreviven al proceso de horneado].

Yibar, Cetinkaya & Soyutemiz (2012) describen las características macroscópicas del efecto hilado en el pan como rope in bread is initially characterized by a sweet fruity odor, similar to that of over-ripe melons or pineapples. This is followed by enzymatic degradation resulting in discoloration and the crumb eventually becomes soft and sticky to the touch because of the breakdown of starch and proteins by microbial amylases and proteases, and by the production of extracellular polysaccharides [El hilado en el pan es inicialmente caracterizado por olor dulce frutal, similar a melón o piñas demasiado maduras. Seguido por la degradación enzimática resultando en decoloración y la miga eventualmente se vuelve suave y pegajosa al tacto por la hidrólisis del almidón y proteínas por amilasas y proteasas, y por la producción de polisacáridos extracelulares].

Descripción que coincide con *American Public Health Association* (2015) que detalla cuando se corta una pieza el pan contaminado con estas bacterias, se percibe un fuerte olor a descomposición o a uva – melón, se observa pérdida de color, porciones más suaves que pueden extenderse en largos hilos.

#### **2.4.2. Bacterias productoras del efecto hilado**

*American Public Health Association* (2015) las define como Members of the mesophilic aerobic endospore-forming (MAEF) bacilli capable of spoiling foods belong to the genera *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Brevibacillus*, and *Sporolactobacillus*. Of these genera, the genus *Bacillus* is, by far, more important. (...) An incubation temperature of 30 °C to 35 °C is favorable for culture and sporulation of MAEF bacilli important to food microbiologists. (...) Some strains of MAEF bacilli are considered agents of ropy bred spoilage by virtue of endospore resistance to temperatures reached in the centers of loaves where the usual water activity (aw) is about 0.95. The presence of spores of the MAEF bacilli permits their survival in mixed populations such as those found in foods. Resistance to bacteriophage, lytic factors such as bacteriocins, antibiotics produced by other organisms, lethal radiations, extremes of temperature, germicidal chemicals, and autolytic principles generally is greater in spores than in vegetative cells. Therefore, it is not surprising that spores are detected readily in many foods and ingredients. [Los miembros del grupo de bacilos que son mesófilos aerobios formadores de endosporas (MAEF) capaces de producir deterioro en los alimentos pertenecen a los géneros *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Brevibacillus*, y *Sporolactobacillus*. De estos el género *Bacillus* es por mucho es más importante. (...) La temperatura de incubación de 30-35°C es favorable para cultivo y esporulación de los bacilos MAEF importantes para la microbiología de alimentos. (...) Algunas cepas de bacilos MAEF son consideradas como agentes de deterioro de hilado del pan por la capacidad de resistencia de la endospora resistente a la temperatura

alcanzada en el centro de la hogaza de pan donde la actividad de agua (aw) usual es de 0.95. La presencia de esporas de los bacilos MAEF permite que sobrevivan en poblaciones mixtas como esas encontradas en comidas. La resistencia a bacteriófagos, factores líticos como bacteriocinas, antibióticos producidos por otros organismos, radiación letal, extremos de temperatura, químicos germicidas y principios autolíticos son mayores en esporas que en células vegetativas. Por eso no es sorpresa encontrarlas en tantas comidas e ingredientes].

Coinciden en indicar que el efecto hilado en el pan es causado principalmente por bacterias pertenecientes al género *Bacillus* spp donde las especies más frecuentemente aisladas son *B. subtilis* y *B. licheniformis*, pero también puede ser causado por hongos del género *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Eurotium*, *Aspergillus* y *Monilia*. (Yibar *et al.*, 2012; Rumeus y Turtoi, 2013; Saranraj y Sivasakthivelan, 2012)

#### **2.4.3. Fuentes de contaminación**

Rumeus y Turtoi, (2013) indican que Sources of rope spores' microorganisms in bread products are mostly present in the ingredients, especially flour and yeast. These bacteria are part of the grains microbiota and reach the flour through grinding. [Las fuentes de microorganismos productores de esporas en productos de pan se presentan comúnmente en ingredientes como harina y levadura. Estas bacterias son parte del microbiota del grano y llegan a la harina a través de la molienda].

Vaičiulytė *et al.*, (2015) mencionan en su estudio *Bacillus* are abundant in various ecological niches: soil, water, insect and animal feces. Harvested cereal grains also contain *Bacillus* spores. [*Bacillus* sp es un microorganismo abundante

en varios nichos ecológicos como suelo, agua, insectos, heces de animales, incluso en granos cosechados contienen esporas de *Bacillus*].

The incidence of wheat bread spoilage caused by *Bacillus* has increased presumably because more bread is produced without preservatives and with addition of raw materials such as bran and seeds. [La incidencia del deterioro de pan de trigo causado por *Bacillus* ha incrementado presumiblemente porque más pan es producido sin preservantes y con adición de materia prima como salvado y semillas].

#### **2.4.4. Condiciones de almacenamiento ideales para crecimiento de bacterias productoras de hilado en pan**

Según el estudio realizado por Vaičiulytė *et al.*, (2015) indican que The signs of ropiness appeared on the first day after contamination of dough samples by *Bacillus subtilis* sub sp. *spizizenii* ATCC 6633 ( $4.0 \times 10^8$ – $1.2 \times 10^9$  CFU g<sup>-1</sup>) slight rope appeared at  $18 \pm 2$  °C, moderate rope at  $30 \pm 2$  °C temperature [Los signos de hilado aparecieron en el primer día después de contaminación de muestras de masa por *Bacillus subtilis* sub sp. *spizizenii* ATCC 6633 ( $4.0 \times 10^8$ – $1.2 \times 10^9$  CFU g<sup>-1</sup>) apareció leve efecto hilado a  $18 \pm 2$  °C, efecto hilado moderado a  $30 \pm 2$  °C de temperatura].

Dichos hallazgos coinciden con otros investigadores donde exponen que Las condiciones ideales de crecimiento de las bacterias productoras del efecto de hilado se encuentran a temperaturas entre 35 a 45 °C, en un ambiente húmedo y valores de pH mayores a 5.3; por lo que si un producto pierde su acidez es más susceptible a que se produzca el efecto hilado. (Yibar *et al.*, 2012; Rumeus y Turtoi, 2013)

#### **2.4.5. Método de identificación de bacterias productoras de hilado**

Stevenson y Lembke la publicación de *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (2015) detallan un método para determinar la presencia de bacterias productoras del efecto de hilado. Fifty grams of ingredient or food material are weighed in a sterile, tared container and transferred to 450 mL of sterile peptone water 0.1 % in a blender jar. Dispersion is accomplished by blending at high speed for 2 min. Ten- and one-milliliter volumes of the peptone water suspension are pipetted into separate 100 mL portions of melted dextrose tryptone agar contained in 250 mL Erlenmeyer flasks and held at about 45°C. The flasks, and an additional uninoculated control flask, are submerged in a boiling water bath so that bath water level is above the liquid level in the flasks. Contents are gently swirled from time to time as the internal temperature climbs to about 94°C at the end of 5 min of heating. An additional 15 min in the boiling water bath is required, during which time the temperature should hold at 94 °C to 100 °C. After heating, cool the contents of the flask in tepid water to about 45 °C, taking care that the agar does not lump, and pour contents of each flask into five sterile plates in approximately equal volumes. When the agar has solidified, invert the plates, and incubate them at 35°C for 48 hr. Count as rope-producing organisms the surface colonies that are grey-white, vesicle-like, and become at first drier and finally wrinkled. Add to this count any subsurface colonies that display stringiness when tested. The total colonies on the set of five plates from the flask that received 10 mL suspension is considered as rope spores per gram. The sum of colonies on plates representing the 1.0 mL volume of suspension is multiplied by 10 to get the number of rope spores per gram of sample. [Se deben pesar asépticamente 50 g de muestra en un recipiente tarado con 450mL de agua peptonada 0.1 % para hacer la suspensión en agua peptonada, licuar 2 minutos, servir porciones de 10 mL de suspensión preparada

en agua peptonada (si se desea hacer diluciones más altas servir 1 o 0.1 mL) en 100mL de agar triptona glucosa mientras se encuentra a 45 °C, colocar el medio triptona glucosa con muestra y un control de triptona glucosa en un baño maría con agua hirviendo donde el contenido de los frascos incluyendo el control se encuentra sumergido bajo el agua; a temperatura entre 94-100 °C por 20 minutos, enfriar a 45 °C, verter el contenido en 5 cajas petri, dejar solidificar, invertir las cajas Petri, incubar durante 48 horas a 35 °C, hacer conteo de colonias: en la superficie deber ser gris-blancas, secas y arrugadas mientras que las colonias bajo la superficie deben ser fibrosas; el resultado se reporta en esporas por gramo (esporas/g) para la solución con 10mL de muestra, para la solución con 1mL de muestra se multiplica por 10 para reportar esporas por gramo].

## **2.5. Buenas prácticas de manufactura**

A continuación, se presenta la definición de buenas prácticas de manufactura.

### **2.5.1. Definición de buenas prácticas de manufactura**

Según el Reglamento Técnico Centroamericano (2006) las buenas prácticas de manufactura se definen como: “condiciones de infraestructura y procedimientos establecidos para todos los procesos de producción y control de alimentos, bebidas y productos afines, con el objeto de garantizar la calidad e inocuidad de dichos productos según normas aceptadas internacionalmente” (p.3).

## **2.5.2. Importancia de las buenas prácticas de manufactura**

En cualquier empresa “para ser competitiva los consumidores exigen calidad del producto, la forma de proveer al cliente de un servicio que cumpla con sus expectativas es mantener controles en la producción” (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021, p.5).

En la industria de alimentos existen condiciones que afectan al producto y por lo tanto al consumidor:

Factores como temperatura, pH, tiempo, composición, humedad, atmósfera, contaminación, mantenimiento de equipos, se involucran en el desarrollo de microorganismos que pueden causar daño al producto y/o consumidor; por ello es importante la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura para lograr productos de panadería y pastelería saludables e inocuos para el consumidor. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2021, p.7)

### **2.5.2.1. Inocuidad**

En las industrias de alimentos este término se utiliza para definir la garantía que un producto alimenticio no causara daño al consumidor. La inocuidad es uno de los grupos básicos que, junto a las otras: nutricional, organolépticas y comerciales componen la calidad de los alimentos. (ISO Tools, 2018)

### **2.5.3. Objeto y ámbito de aplicación de Reglamento Técnico Centroamericano buenas prácticas de manufactura 67.01.33:06. (2006)**

El Reglamento Técnico Centroamericano (2006) indica que tiene como objeto y ámbito de aplicación:

Establecer las disposiciones generales sobre prácticas de higiene y de operación durante la industrialización de los productos alimenticios a fin de garantizar alimentos inocuos y de calidad. Además, indica que: aplica a toda industria de alimentos que opere y que distribuya sus productos en el territorio de los países centroamericanos. (p.3)

Por lo que, para fines de uso de este reglamento, dentro del ámbito de aplicación incluye empresas procesadoras de pan como la industria bajo estudio; así como incluye la ubicación de la institución.

Además, es el documento oficial, que, según el gobierno de Guatemala a través del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, se debe usar para alcanzar la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en la industria alimenticia, y cuenta con la aprobación de COMIENCO (Consejo de ministros de Integración Económica) entidad que “tiene por mandato establecer las políticas de integración económicas de la región: Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá” (SIECA, 2020, párr. 1).

#### **2.5.4. Contenido de documento Reglamento Técnico Centroamericano buenas prácticas de manufactura 67.01.33:06. (2006)**

En cuanto a la estructura del documento se encuentran las siguientes divisiones:

- Objeto y ámbito de aplicación, documentos a consultar, definiciones y símbolos y abreviaturas para mejor comprensión del documento y conocer en donde se puede aplicar.
- La parte para aplicar en la inspección cuenta con distintos numerales dentro de los que considera las siguientes condiciones a evaluar: condiciones de los edificios, condiciones de los equipos y utensilios, personal y control en el proceso en la producción.
- También incluyen descripción de la vigilancia y verificación ya que es un reglamento que se debe cumplir a nivel centroamericano.

Para la inspección, se usan los apartados del cinco al ocho e incluyen lo siguiente:

“El apartado de evaluación de condiciones de los edificios busca mantener buenas condiciones para proteger a los alimentos de la contaminación. Desde los alrededores hasta el manejo correcto de desechos” (García, 2019, p.14).

“El apartado de condiciones de los equipos y utensilios, al igual que condiciones de los edificios, busca evitar contaminación del alimento mediante el cumplimiento de diseños y construcción que lo garanticen” (García, 2019, p.20).

“El de personal vela por que todo empleado de industria alimentaria tenga un manejo adecuado de los productos y mantenga aseo personal adecuado para garantizar la producción de alimentos inocuos” (García, 2019, p.18).

En la parte de control de proceso en la producción controla los procesos desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento y distribución del producto final.



### **3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque, que se le dio al estudio, fue de criterio ya que se usó la lista de verificación de buenas prácticas de manufactura del Reglamento Técnico Centroamericano de Buenas Prácticas de Manufactura 67.01.33:06. (2006) para obtener la correlación entre el resultado del instrumento y las valoraciones permitidas del reglamento. Además, la observación de resultados microbiológicos, almacenamiento y temperatura del producto que se comparó con la teoría relacionada a la presencia de efecto de hilado en pan blanco.

El tipo de estudio definido fue cualitativo, se determinó la presencia de bacterias productoras del efecto de hilado y se evaluaron las buenas prácticas de manufactura en la panadería bajo estudio, registradas en escala cualitativa; mientras que se tomaron registros de temperatura documentados en datos numéricos en una investigación cualitativa. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia ya que se llevó a cabo durante el mismo tiempo de evaluación de Buenas Prácticas de Manufactura, en un periodo de 30 días.

El alcance permitió detallar las condiciones de la panadería en el tiempo analizado, se detallaron características y condiciones de la panadería; de acuerdo con los objetivos planteados. Las variables se documentaron en registros de las observaciones y recomendaciones al establecimiento. Dichas observaciones permitirán que la panadería tenga conocimiento de las mejoras que se pueden implementar.

En el presente trabajo de investigación se pretendía evaluar el efecto de hilado en pan blanco y recomendar buenas prácticas de manufactura en una

panadería en Mixco, Guatemala, el estudio entra en la línea de investigación de evaluación del sistema de inocuidad en un lugar donde se preparan alimentos considerado dentro de la maestría Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El diseño de la investigación con que se trabajó fue experimental, debido a que permitió observar los fenómenos en su ambiente natural, se hizo mediante observación del producto de la planta y las prácticas de producción. Así se pudo identificar condiciones para dar las recomendaciones a mejorar en la línea de producción. Fue, además, un diseño transversal ya que la investigación se centró en un momento dado en la planta de producción, en un periodo de treinta días en donde se tomó datos para determinación de presencia de hilado en el pan blanco, temperatura, tiempo de almacenamiento y evaluación de BPM.

Las variables utilizadas en la investigación se definieron según se consideró la evaluación de condiciones de almacenamiento, evaluación de bacterias productoras de efecto hilado y la elaboración de lista de verificación para BPM como variables independientes, mientras que las recomendaciones de BPM se consideró como variable dependiente.

Para el análisis de la información se usó métodos de detección microbiológicos para la variable de evaluación de microorganismos productores de efecto hilado. Para la variable evaluación de condiciones de almacenamiento se hizo observación y registro. Y para la evaluación de la práctica de BPM dentro de la pequeña empresa productora de pan blanco, se utilizó la lista de verificación de RTCA 67.01.33:06 *Industria de alimentos y bebidas procesados Buenas Prácticas de manufactura principios generales*, descrita en anexo A y anexo B, de dicho documento.

Tabla VI. **Operacionalización de las variables**

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>
<b>Evaluación de bacterias productoras del efecto hilado.</b>	Las bacterias productoras del efecto hilado son ubicuas, bacilos Gram positivo, espora formadoras, móviles (American Public Health Association, 2015).	Determinar la presencia de bacterias productoras del efecto hilado en pan blanco mediante análisis de laboratorio; durante 30 días.	Presencia Ausencia  Frecuencia: diaria por 30 días.
<b>Evaluación de condiciones de almacenamiento .</b>	Condiciones de almacenamiento y temperatura	Recolección de datos de temperatura y tiempo de almacenamiento del pan blanco; durante 30 días en registros diarios.	Temperatura en grados centígrados, Tiempo de almacenamiento en días. Frecuencia: diaria por 30 días.
<b>Evaluación de la práctica de</b>	Buenas prácticas de	Observación de la aplicación	Lista de criterios RTCA.

Continuación tabla VI.

---

<b>BPM dentro de la pequeña empresa productora de pan blanco.</b>	fabricación o de BPM dentro de normas correctas de fabricación aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos, cosméticos, productos médicos, alimentos y drogas (RTCA 67.01.33:06, 2006)	o de BPM dentro de panadería en la línea de producción de pan blanco.	Con un mínimo de cumplimiento requerido de 81 puntos.
---	--	---	---

---

Fuente: elaboración propia.

### Fases de investigación

Las fases que se establecieron fueron:

Fase I: análisis de muestras de pan blanco y observación de condiciones de almacenamiento.

En esta fase se realizó la evaluación de presencia de bacterias productoras del efecto hilado en pan blanco y se observará condiciones de almacenamiento. Esta fase se llevó a cabo durante 30 días, en los cuales se tomó

muestras del pan de producción diario y se analizó mediante pruebas microbiológicas.

Fase II: evaluación de BPM en la línea productora de pan blanco.

En esta fase se evaluó la aplicación de las BPM implementadas dentro de la panadería en la línea de producción de pan blanco. Este análisis se llevó a cabo durante dos días que coincidieron con la recolección de muestras, se hizo observaciones del personal, equipo e instalaciones relacionadas a la línea de producción de pan blanco según lista de verificación de RTCA 67.01.33:06 *Industria de alimentos y bebidas procesados buenas prácticas de manufactura principios generales*.

Fase III: retroalimentar con recomendaciones para mejorar BPM y métodos de control microbiológico.

Se dio a conocer las recomendaciones a partir de la evaluación realizada en la línea de producción de pan blanco, al propietario de la panadería y personal encargado relacionado con la línea de producción; esta actividad se realizó mediante una reunión en la que se tomó el tiempo necesario para aclarar dudas, se hizo al finalizar observación, toma de muestras y evaluación de datos, así se dio a conocer el resultado de los análisis efectuados.



## 4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

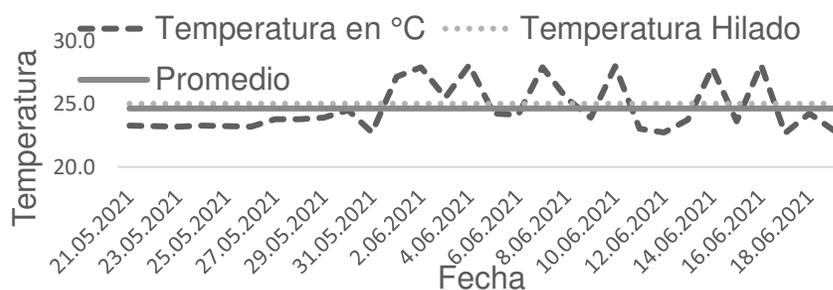
De acuerdo con los objetivos propuestos se presentan los siguientes resultados:

La investigación comenzó con la recopilación de datos de condiciones de almacenamiento, tiempo de almacenamiento y temperatura, así como análisis microbiológico del pan blanco, para la detección de microorganismos productores del efecto hilado en pan. Se tomaron en cuenta los datos obtenidos, para el análisis de métodos de control de crecimiento microbiano para evitar el efecto hilado en el pan y se hizo la evaluación y las recomendaciones de buenas prácticas de manufactura pertinentes.

### 4.1. Objetivo 1. Medir tiempo y temperatura en que se almacena el pan en anaqueles después de la producción

A continuación, en la siguiente figura se presenta la gráfica de temperatura de almacenamiento del pan blanco.

Figura 2. **Gráfica de temperatura de almacenamiento de pan blanco**



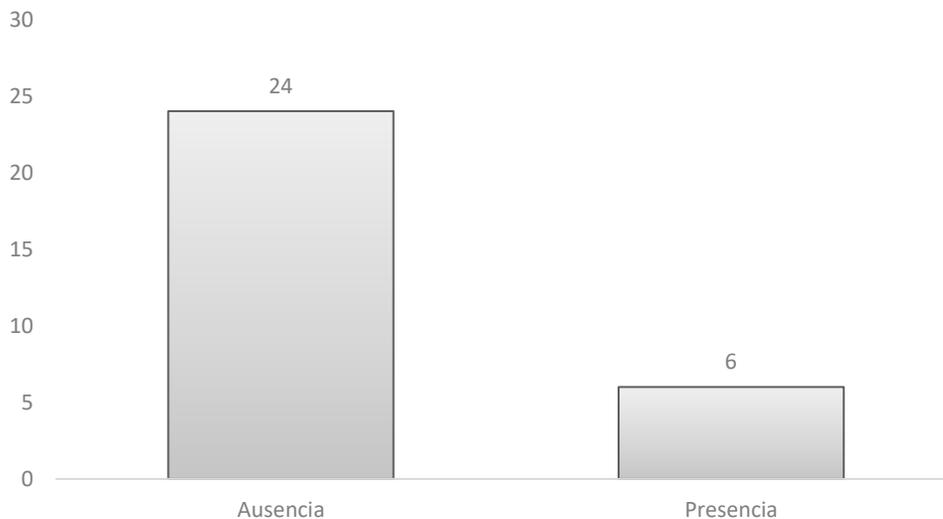
Fuente: elaboración propia.

En la siguiente figura se detalla el registro de temperaturas durante el periodo de muestreo de 30 días. El registro más alto fue 28.1 °C, el registro más bajo fue de 22.7 °C con un promedio de 24.6 °C. El almacenamiento del producto no se prolongaba más de un día, según entrevistas y evidencia de las visitas al área de producción y almacenamiento hasta la venta final, por lo que solo se hace la observación que el producto tiene tiempo de vida de 24 horas.

#### **4.2. Objetivo 2. Analizar muestras de pan blanco para determinar la presencia de microorganismos productores de efecto hilado**

En la siguiente figura se presenta el análisis de muestras de pan blanco para determinar la presencia de microorganismos productores de efecto hilado.

**Figura 3. Presencia de microorganismos productores de efecto hilado**

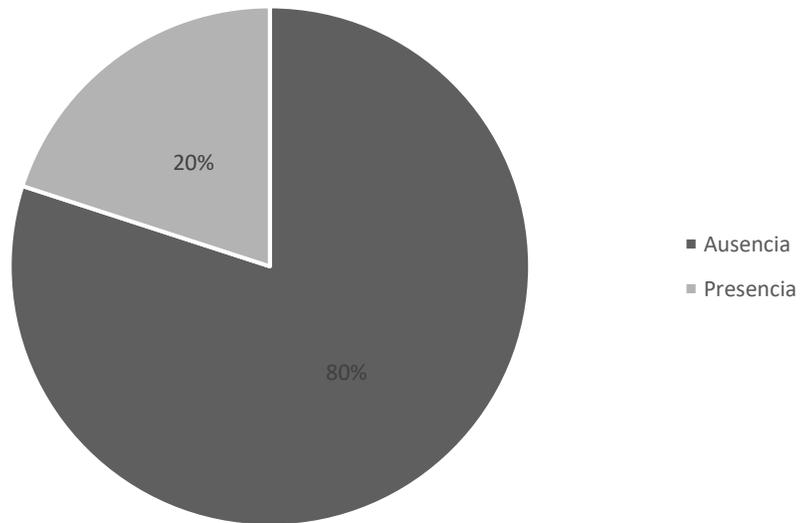


Fuente: elaboración propia.

Se analizaron muestras seriadas de la producción de pan blanco durante 30 días. Iniciando la toma de muestras el 21.5.2021 y se tomó la última muestra

para análisis el 19.6.2021. Se obtuvieron 6 resultados con presencia de microorganismos productores de efecto hilado.

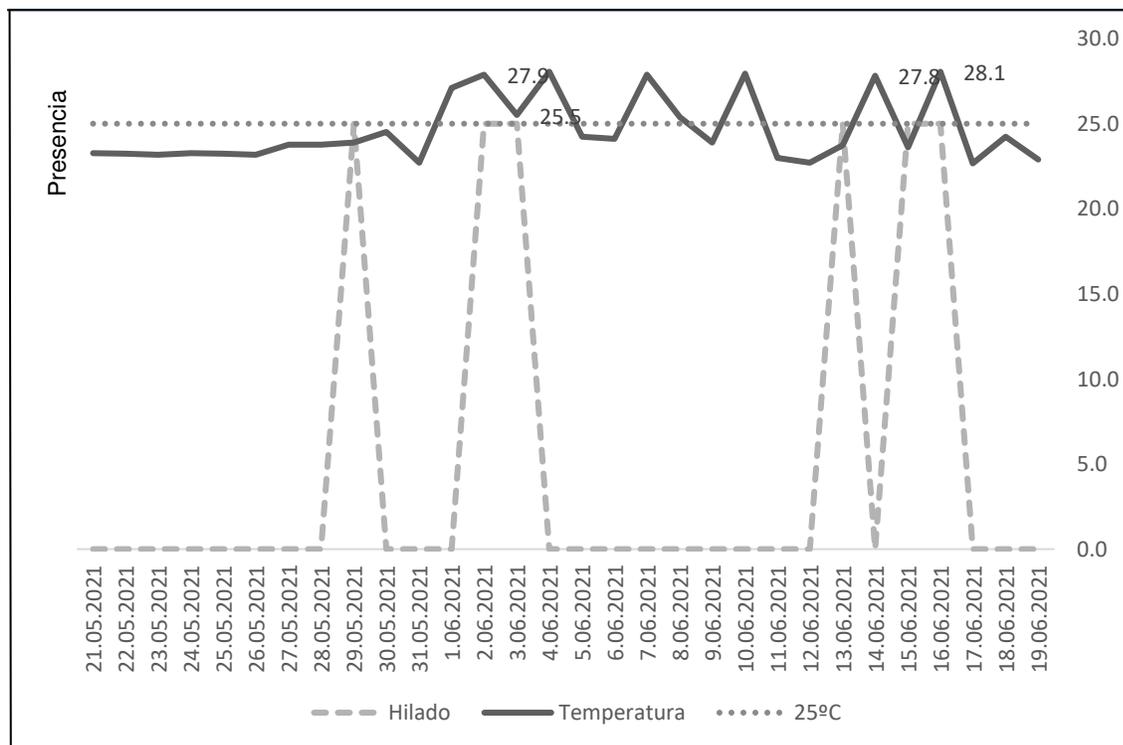
Figura 4. **Frecuencia de microorganismos productores del efecto hilado**



Fuente: elaboración propia.

Se observa que la frecuencia de presencia de microorganismos productores de hilado en pan blanco de producción en Panadería y Repostería Lay es del 20 %, que representa 6 muestras del total de las 30 muestras analizadas.

Figura 5. **Relación de temperatura frente a presencia de microorganismos productores de efecto hilado**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 5, se detalla la relación de temperatura frente a la presencia de microorganismos productores de efecto hilado, donde se observa que los picos en los registros de temperatura coinciden con los resultados que se encontraron positivos a partir de la fecha 28.5.2021, donde la temperatura supera los 25 °C en cinco de las fechas con resultado positivo.

**4.3. Objetivo 3. Identificar la práctica de buenas prácticas de manufactura en la línea de producción de pan blanco para hacer recomendaciones pertinentes**

En la siguiente tabla se presenta una evaluación de buenas prácticas de manufactura en panadería.

**Tabla VII. Evaluación de buenas prácticas de manufactura en panadería**

<b>Numeral</b>	<b>Punteo por numeral</b>	<b>Punteo mínimo por numeral RTCA</b>
1.3.1 Abastecimiento de agua	8	8
1.6.1 Programa de limpieza y desinfección	2	3
2. Equipos y utensilios	2	2
3.1 Capacitación	0	2
3.2 Prácticas higiénicas	4	5
4.1 Materia prima	1	3
4.2 Operaciones de manufactura y envasado	5	3
4.3 Documentación y registro	0	2
5. Almacenamiento y distribución	2	3
<b>Punteo final, de la Lista de chequeo completa.</b>	<b>51</b>	<b>81</b>

Fuente: elaboración propia.

En la inspección de buenas prácticas de manufactura se obtuvo un resultado de 51 puntos, el registro de la evaluación queda en Apéndice 3. De los numerales que el RTCA de BPM indica puntuación mínima se detalla el punteo en la Tabla III donde los numerales 1.3.1, 2 y 4.2 son los únicos con resultados satisfactorio.

**4.4. Objetivo general. Evaluar efecto de hilado en pan blanco y recomendar buenas prácticas de manufactura en una panadería en Mixco, Guatemala**

En la siguiente tabla se presenta el plan de acción de recomendaciones de buenas prácticas de manufactura.

**Tabla VIII. Plan de acción de recomendaciones de buenas prácticas de manufactura**

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	EE	F/FC
<b>1. Edificio</b>							
<b>1.2 Instalaciones físicas</b>	i) Su construcción debe permitir y facilitar su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de elaboración y manejo de los alimentos, así como del producto terminado en forma adecuada.	No hay curva sanitaria, pisos de granito.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Revisar curva sanitaria, pisos no impermeables.			
<b>1.2.1 Diseño</b>	i) El edificio e instalaciones deben ser de tal manera que impida el ingreso de animales, insectos, roedores y plagas.	Hay una puerta que abre desde la calle directo al área de producción.		Colocar barrera física en la puerta si es necesario abrirla y de ser posible evitar abrirla.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	i) Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar implementos de uso personal.	No cuenta con área específica únicamente para uso de vestidor o implementos del personal: se guardan junto a bodega de materia prima.	No se ha destinado división específica para vestidor por parte de los responsables.	Identificar área separada de vestidor.			
	ii) Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para que el personal pueda ingerir alimentos	No cuenta con área de alimentación del personal	No se ha destinado división específica para comedor por parte de los responsables.	Identificar área separada de comedor.			
	iii) Se debe disponer de instalaciones de almacenamiento separadas para: materia prima, producto terminado, productos de limpieza y sustancias peligrosas.	La bodega de materia prima se comparte con vestidor, hay materia prima fuera de la bodega. Hay espacios para producto terminado y materia prima pero no están identificados.	No se ha destinado división específica para productos de limpieza y materia prima (separada de otras áreas) por parte de los responsables.	Identificar áreas para productos de limpieza, producto terminado, materia prima.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	i) Las industrias de alimentos deben disponer del espacio suficiente para cumplir satisfactoriamente con todas las operaciones de producción, con los flujos de procesos productivos separados, colocación de equipo, y realizar operaciones de limpieza. Los espacios de trabajo entre el equipo y las paredes deben ser de por lo menos 50cm y sin obstáculos, de manera que permita a los empleados realizar sus deberes de limpieza en forma adecuada.	No se mantiene el espacio de 50cm entre la pared y los equipos, el flujo de proceso no es lineal.	No se ha establecido una línea de proceso ni el espacio de 50 cm por parte de los responsables.	Establecer línea de proceso y espacio de 50 cm por parte de los responsables.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
1.2.2 Pisos	i) Los pisos deberán ser de material impermeables, lavables e impermeables que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan.	Los pisos son de granito.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Aplicar impermeabilizante a los pisos: tipo pintura o piso industrial.			
	i) Los pisos no deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones.	No se cuenta con curva sanitaria.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Hacer curva sanitaria en donde corresponda: plástica o de metal (más duradera).			
1.2.3 Paredes	i) Las paredes interiores, en particular en las áreas de proceso se deben revestir con materiales	Paredes no recubiertas, paredes con grietas.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Impermeabilizar paredes: pintura impermeabilizante.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	impermeables, no absorbentes, lisos, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas.						
	iii) Las uniones entre una pared y otra, así como entre éstas y los pisos, deben tener curvatura sanitaria.	No se cuenta con curva sanitaria.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Hacer curva sanitaria en donde corresponda: plástica o de metal (más duradera).			
1.2.6 Iluminación	i) Las lámparas y todo accesorio de luz artificial ubicados en áreas de recibo de materia prima, almacenamiento, preparación y manejo de los alimentos, deben estar protegidos contra roturas.	Lámparas no están protegidas contra roturas, todas las áreas están expuestas a rotura de lámparas.	El área inicialmente no estaba destinada para producción de alimentos.	Hacer cobertura de lámparas.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
1.2.7 Ventilación	i) El flujo de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada hacia una zona limpia.	El flujo de aire va de zona contaminada a zona limpia.	No se ha establecido una línea de proceso lineal.	Establecer línea de proceso y donde sea necesario colocar barreras como cortinas de plástico.			
	ii) El agua potable debe ajustarse a lo especificado de la Normativa de cada país.	No se tiene datos de análisis.	No se tenía conocimiento de la necesidad del control.	Hacer análisis de acuerdo con 29001. Aprox. Q650.00			
1.4.1 Drenajes	ii) Deben contar con una rejilla que impida el paso de roedores hacia la planta.	No se cuenta con rejillas en los desagües.	No se tenía conocimiento de la necesidad del control.	Instalar rejillas en los desagües.			
1.4.2 Instalaciones Sanitarias	ii) Provistas de papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos, basurero.	No cuenta con dispositivo para secado de manos.	No se tenía conocimiento de la importancia del secado de manos.	Proveer de papel descartable a personal.			
	i) Debe contarse con un área de vestidores, separada del área de servicios sanitarios, tanto para hombres	El área de vestidor se ocupa junto a la bodega de materia prima.	No se ha delimitado áreas por los responsables.	Identificar área de vestidores.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	como para mujeres.						
	ii) Provistos de al menos un casillero por cada operario de turno.	No cuenta con espacio individual para cada operario.	No se ha delimitado áreas por los responsables.	Identificar área de casilleros.			
1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos	i) El jabón debe ser líquido, antimaterial y estar colocado en su correspondiente dispensador. Uso de toallas de papel o secadores de aire.	No cuenta con toallas de papel o secadores de aire.	No se tenía conocimiento de la importancia del secado de manos.	Proveer de papel descartable a personal.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
1.5.1 Desechos sólidos	ii) Debe de haber rótulos que indiquen al trabajador que deben lavarse las manos después de ir al baño, o se haya contaminado al tocar objetos o superficies expuestas a contaminación.	No cuenta con rótulos.	Se indica verbalmente a los trabajadores cuando lavarse las manos.	Poner rótulos en área de proceso para indicar cuando y como se deben lavar las manos.			
	i) Deberán existir un programa y procedimiento escrito para el manejo adecuado de desechos sólidos de la planta.	No cuentan con procedimientos escritos.	No se tienen procedimientos de ningún proceso.	Hacer procedimiento escrito para manejo de desechos sólidos de la planta.			
	iii) Los recipientes deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores.	No se cuenta con recipientes tapados, ni lavables.	Se usan costales para almacenamiento de desechos.	Comprar, identificar y utilizar basureros para descarte de desechos.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	iv) En de los desechos, deberá ubicarse alejados de las zonas de procesamiento de alimentos, Bajo techo o debidamente cubierto en un área provista para la recolección de lixiviados y piso lavable.	No cuenta con zona específica de desechos.		Identificar el área específica donde se debe colocar el basurero.			
1.6.1 Programa de limpieza y desinfección	i) Debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del edificio, equipos y utensilios, el cual deberá especificar: -Distribución de limpieza por áreas -Responsable de tareas específicas. -Método y frecuencia de limpieza -Medidas de vigilancia	No se cuenta con programa escrito.	No se tienen programas de ningún proceso.	Hacer procedimiento escrito para regular limpieza, desinfección del edificio, equipos y utensilios.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
1.7.1 Control de plagas	ii) Deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos, debidamente identificados y utilizarse de acuerdo con las instrucciones que el fabricante indique en la etiqueta.	No se observa área de productos de limpieza y desinfección.	No hay área identificada para productos de limpieza y desinfección	Identificar área para productos de limpieza y desinfección.			
	i) La planta deberá contar con un programa escrito para todo tipo de plagas, que incluya como mínimo: -Identificación de plagas -Mapeo de estaciones -Productos aprobados y procedimientos utilizados -Hojas de seguridad de las	No se cuenta con programa escrito.	No se tienen programas de ningún proceso.	Hacer programa de plagas enfocándose en las más frecuentes en pan. Sugerencia de uso en Excel: investigar las plagas más comunes relacionadas al pan y harina. Incluir revisión de materia prima previo ingreso a bodega.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	sustancias a aplicar.						
<b>2. Equipos y utensilios</b>							
<b>2.1 Equipos y utensilios</b>	i) Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Estos registros deben estar actualizados y a disposición para el control oficial.	No cuentan con programa escrito.	No se tienen programas de ningún proceso.	Hacer programa escrito de mantenimiento preventivo: incluir horno, batidoras, bomba de agua, balanza.			
<b>3. Personal</b>							

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	E/FC
3.1 Capacitación	i) El personal involucrado en la manipulación de alimentos, debe ser previamente capacitado en Buenas Prácticas de Manufactura.	No hay registros de capacitación BPM.	No se almacenan registros de capacitaciones.	Capacitar a personal por alguien competente en BPM.			
	ii) Debe existir un programa de capacitación escrito que incluya las buenas prácticas de manufactura, dirigido a todo el personal de la empresa.	No cuenta con programa de capacitación.		Hacer programa de capacitaciones: incluir BPM, Lavado de manos, orden y limpieza (5 s como sugerencia.)			
	iii) Los programas de capacitación, deberán ser ejecutados, revisados, evaluados y actualizados periódicamente.	No cuenta con programa de capacitación.		Incluir en programa: revisión, ejecución, evaluación y actualización.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
3.2 Prácticas higiénicas	v) Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla.	No se usa equipo de protección: mascarillas, cofias.	No se solicita a trabajadores uso de equipo de protección personal.	Implementar uso de redecillas.			
	vi) Los visitantes de las zonas de procesamiento o manipulación de alimentos, deben seguir las normas de comportamiento y disposiciones que se establezcan en la organización con el fin de evitar la contaminación de los alimentos.	No se tiene establecidas normas para visitantes.	No se solicita a visitantes uso de equipo de protección personal.	Implementar uso de redecillas.			
3.3 Control de salud	i) Las personas responsables de las fábricas de alimentos deben llevar un registro periódico del estado de salud de su personal.	No hay registro.	No se solicita por parte de los responsables	Hacer programa de solicitud de tarjeta de salud.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	ii) Todo el personal cuyas funciones estén relacionadas con la manipulación de los alimentos debe someterse a exámenes médicos previo a su contratación, la empresa debe mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovare como mínimo cada seis meses.	No hay registro.	No se solicita por parte de los responsables	Hacer programa de solicitud de tarjeta de salud.			
	v) Entre los síntomas que deberán comunicarse al encargado del establecimiento para que se examine la necesidad de someter a una persona a examen médico y excluirla temporalmente de	No hay registro	No se solicita por parte de los responsables	Capacitar al personal que deben informar sobre los síntomas de este apartado.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	la manipulación de alimentos cabe señalar los siguientes: Ictericia, Diarrea, Vómitos, Fiebre, Dolor de garganta con fiebre, Lesiones de la piel, visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.) Secreción de oídos, ojos o nariz, Tos persistente.						
<b>4. Control en el proceso y en la producción</b>							
<b>4.1 Materia prima</b>	i) Registro de resultados del cloro residual del agua potabilizada con este sistema o registro de los resultados, en el caso que se utilice otro sistema de potabilización.	No se lleva registro de cloro.	No se tenía conocimiento de la necesidad del control.	Compra de kit para análisis de cloro y mediciones diarias.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	ii) Evaluación periódica de la calidad del agua a través de análisis físico-químico y bacteriológico y mantener los registros respectivos.	No se tiene evaluación	No se tenía conocimiento de la necesidad del control.	Evaluación de necesidad de este control de ser necesario hacer la solicitud de análisis a laboratorio.			
4.2 Operaciones de manufactura	i) Diagrama de flujo, considerando todas las operaciones unitarias del proceso y el análisis de los peligros microbiológicos, físicos y químicos a los cuales están expuestos los productos durante su elaboración.	No se cuenta con diagrama.	No se ha elaborado registro la línea de procesos.	Hacer diagrama de procesos.			

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
	ii) Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento; tales como: tiempo, temperatura, pH y humedad.	No se registra tiempo de cocción ni temperatura.	No se solicita por parte de los responsables	Hacer registro de temperatura, tiempo de cocción.			
	iv) Medidas necesarias para prevenir la contaminación cruzada.	No se tienen medidas para prevenir la contaminación cruzada.	No se cuenta con diagrama de procesos.	Hacer diagrama de procesos.			
4.3 Documentación y registro	i) Procedimiento documentado para el control de los registros.	No cuenta con procedimiento.	No se tiene ningún procedimiento.	Hacer procedimiento para control de registros: órdenes de compra, solicitud de compra, capacitaciones, tarjetas de salud, registros de temperatura y tiempo de cocción.			
<b>5. Almacenamiento y distribución</b>							

Continuación tabla VIII.

Numeral	Requerimiento evaluado	Observaciones del auditor	Análisis de causa	Acción para realizar	R	FE	F/FC
5.1 Almacenamiento y distribución	i) Tarimas adecuadas, a una distancia mínima de 15 cm sobre el piso y estar separados por 50 cm como mínimo de la pared, y a 1.5 m del techo. Respetar las especificaciones de estiba. Adecuada organización y separación entre materias primas y el producto procesado. Área específica para productos rechazados.	Tarimas a distancia no adecuada y de madera en materia prima.  No hay área de producto rechazado.	No hay área específica para producto rechazado.	Identificar un espacio específico para que no se mezcle con el producto aceptado.			

Fuente: elaboración propia.



## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. Análisis interno

Para determinar las condiciones de temperatura que favorecían el crecimiento de microorganismos productores de efecto hilado se tomó de referencia 25 °C, ya que es el dato inferior del rango de temperatura que distintas referencias indican como ideal para crecimiento de la bacteria *Bacillus subtilis*; que además es señalado como el microorganismo que con más frecuencia es la causa del efecto hilado en pan.

En una de las figuras se detalla los registros de temperatura donde del 21 al 31 de mayo de 2021 se observaron datos por debajo de 25 °C, los siguientes días hasta el 17 de junio de 2021 se observa que la temperatura llega arriba de 25 °C. En otra se observa que durante los días posteriores a 31 de mayo los hallazgos de microorganismos productores de efecto hilado aumentaron ya que se mantuvo la condición de temperatura adecuada para el crecimiento de los microorganismos productores del efecto hilado. El total de hallazgos corresponde a 20 % de las muestras analizadas.

La falta de equipo no permitió la toma de pH, actividad de agua y humedad de la planta que son factores que también afectan el desarrollo y crecimiento de los microorganismos. Uno de estos factores pudo ser la causa del hallazgo con presencia de microorganismos productores de efecto hilado cuando la temperatura no pasaba los 25 °C.

Un inconveniente para futuros usos de este estudio, por la panadería, se deba a que la metodología utilizada no permite hacer la identificación de género de los microorganismos encontrados, información que puede ser necesaria si se desea implementar control microbiológico con aditivos específicos para especies de microorganismos.

La presencia de estos microorganismos es un indicio que el pan blanco se contamina en algún punto desde la línea producción hasta antes de la venta final, ya que el rango de temperatura donde se encontraron más hallazgos va de 25 °C a 28 °C y en Mixco son temperaturas normales de alcanzar, los controles para evitar contaminación del pan se deben enfocar en adecuación de las instalaciones lo que hace aún más relevante la evaluación de buenas prácticas de manufactura.

Los numerales en los que se presentaron mayores oportunidades de mejora, en la evaluación de BPM, fueron: numeral 1 de los requerimientos para el edificio debido a la falta de cumplimiento en características como curva sanitaria, diagrama del proceso, protección del lámparas, división de áreas, manejo de insumos de limpieza y pisos, entre otros; el siguiente requerimiento con mayor cantidad de hallazgos fue el numeral 3 de personal debido a la falta de documentación y capacitación de los trabajadores. La falta de documentación se evidencia en los hallazgos de todos los numerales del reglamento, no cuentan con registro escrito de procesos o programas. En tabla III se observa que hay numerales específicos en los que se debe tener punteo mínimo, de los cuales solo cumple en abastecimiento de agua, equipos y utensilios, operaciones de manufactura y envasado. Con los requerimientos que no se cumplen se hace énfasis que deben ser los primeros en ser resueltos con la implementación de las recomendaciones. La planta no aprueba la evaluación de BPM, el resultado fue de 51 puntos.

El plan de acción que se presentó como las recomendaciones para la mejora, indican para cada incumplimiento la observación a la que se debe, causa y acción a realizar, se crea un registro que los encargados de la panadería llenarán a medida que se complete la mejora.

Los responsables de la panadería mostraron su interés en la aplicación de mejoras y debido a que los requerimientos para el edificio son los que menos cumplen, también indicaron tener planes de construcción en un lugar más amplio que principalmente permita separar adecuadamente las áreas de trabajo y establecer un flujo de proceso que no cruce producto terminado con materia prima, siempre tomando en cuenta las recomendaciones para evitar caer en los mismos incumplimientos en las instalaciones

La implementación de las recomendaciones llevará al desarrollo de una planta con instalaciones mejor distribuidas que reduzcan la contaminación y cree barreras para que el producto final esté libre de contaminación. Uno de los inconvenientes fue la entrega de los resultados ya que el informe se entregó varios meses después del análisis microbiológico y evaluación de BPM; y atrasos como este puede hacer que el propietario pierda el interés en la evaluación y las mejoras que implica.

## **5.2. Análisis externo**

Los hallazgos de microorganismos productores de efecto hilado coinciden con los resultados del estudio realizado por Vaičiulytė, *et al.*, (2015), donde menciona que los signos de hilado aparecieron en mayor expresión a medida que aumenta la temperatura, el rango que toman en cuenta en dicho estudio abarca de 18 °C a 32 °C. Sin embargo, hay otros estudios; Yibar *et al.*, (2012) que indican que las temperaturas de 35 a 45 °C junto con otros factores (pH, Aw, humedad)

crean las condiciones adecuadas para la proliferación de los microorganismos productores del efecto hilado. Aunque no coinciden en la temperatura de hallazgos, en general todos los autores mencionan que a mayor temperatura se permite mayor crecimiento de dichos microorganismos, incluyendo los resultados de este estudio.

*Bacillus subtilis* es la bacteria que con más frecuencia se asocia a efecto hilado en pan, según el estudio de Sidorova, Asarurova, Homyak, Zhevonva, Shternshis y Tomashevch (2020) donde analizan dos cepas de *B. subtilis*, establecen que la temperatura donde se encuentran mayor cantidad de unidades formadoras de colonias es de 20 a 25 °C para la primera cepa y de 25 a 30 °C para la segunda cepa. Los resultados coinciden con los rangos que menciona esta investigación.

El estudio de Gauvry, Mathot, Couvert, Leguérinel y Coroller. (2020) indica que *B. subtilis* puede crecer de 5.5 a 55.7 °C e indica que los factores ambientales no son fuerte influencia en su desarrollo tanto la esporulación como el crecimiento, en cambio la actividad de agua si afecta su crecimiento, este estudio no establece influencia de la temperatura sobre el producto. Por lo tanto, refuerza la recomendación de mejorar las instalaciones para prevenir contaminación y no enfocarse en el control de temperatura para mejorar la inocuidad del pan blanco.

En cuanto a las BPM este estudio llegó a la conclusión que la implementación de las recomendaciones ayudará a mejorar la calidad del pan blanco y el propietario toma de forma muy abierta las acciones que se recomendaron, que concuerda con la conclusión del estudio realizado por Puentes (2021) en ambas ocasiones los propietarios ven la importancia de la implementación de las mejoras además fortalece la responsabilidad que estas instituciones tienen con sus consumidores.

En este estudio los análisis microbiológicos funcionaron como indicador de contaminación y concuerdan con los hallazgos de evaluación de BPM, es decir, se evidencian oportunidades de mejora; al igual que el estudio realizado por Freire (2021), se promueve la aplicación de BPM para disminuir la proliferación de microorganismos y mejorar la calidad del producto.

Debido al costo administrativo y económico que se necesita para realizar todas las mejoras se corre el riesgo que no se implementen en su totalidad. La panadería tiene un único propietario, pero al ser un negocio familiar hay varias personas involucradas en el funcionamiento del negocio y depende de los propietarios realizar el seguimiento, por ello, se necesita que todos los integrantes se pongan de acuerdo en la implementación de las mejoras.



## CONCLUSIONES

1. Al medir tiempo y temperatura de almacenamiento, se encontró que a mayor temperatura en el almacenamiento en anaqueles se incrementa la contaminación del pan blanco con bacterias productoras del efecto hilado.
2. Al analizar el pan blanco se encontró que 20 % de muestras analizadas dieron positivo en cuanto a presencia de microorganismos productores del efecto hilado.
3. Al determinar las buenas prácticas de manufactura el resultado de la evaluación de cumplimiento en la panadería da un resultado insatisfactorio con 51 puntos debido al bajo puntaje en requerimientos de edificio y personal.
4. Al evaluar el efecto hilado en pan blanco se encontró que para evitar esta contaminación la principal acción de mejora es construir una nueva planta que considere todos los aspectos de diseño sanitario.



## RECOMENDACIONES

1. Con la evaluación microbiológica y recomendaciones de buenas prácticas de manufactura, se debe documentar el seguimiento para mantener un sistema de calidad activo con registros que ayuden a la mejora continua, para cumplir en un tiempo no mayor a un año.
2. Medir humedad para mantener las condiciones adecuadas que permitan el adecuado almacenamiento del producto, la frecuencia de los registros se deben hacer diarios y el equipo medidor debe encontrarse lo más cerca posible del producto terminado.
3. Analizar el producto terminado siguiendo lo establecido según Reglamento Técnico Centro Americano de análisis microbiológico 67.04.50:08, los análisis se deben hacer idealmente en cada lote y principalmente cuando ocurra un cambio significativo en la producción o que afecte la inocuidad del producto terminado.
4. Determinar el cumplimiento con Reglamento Técnico Centro Americano de BPM y fomentar el sistema de BPM con los trabajadores para mantener las mejoras, posterior a la implementación de las recomendaciones de este estudio, se propone que se cumpla en un periodo no mayor a un año.



## REFERENCIAS

1. Achón, M., Alonso, E., Varela, G. y García, A. (2007). *Alimentos precocinados*. Madrid: Dirección General de Salud Pública y Alimentación.
2. Baduí, S. (2006). *Química de los alimentos*. (4ª edición). México: Pearson Education.
3. Barclay, M. (2015). *Guía de Buenas Prácticas de Manufactura en Panadería y Confitería*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional De La Plata. Argentina.
4. Berkowitz, D. (2012). *Industria alimentaria*. Brasil: Editorial Médica Panamericana.
5. Carrero, P. y Rodríguez, E. (2020). *Elaboraciones de panadería y bollería*. (1ª edición). España: Paraninfo, S.A.
6. Flecha, M. (2015). *Procesos y Técnicas de Panificación*. (1ª edición). España. Paraninfo, S. A.
7. Freire, M. (marzo 2021). Estudio de coliformes totales, mohos y levaduras en panaderías de la ciudad Ambato. *Revista Universidad y Sociedad*, 12 (3), 477- 483.

8. García, M. (2019). *Elaboración de Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para una Planta Incubadora de Huevo ubicada en Patulul Suchitepéquez*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
9. Garzaro, Carlos. (6 de junio de 2016). *Historia de Mixco*. Guatehistoria. Recuperado de: <https://guatehistoria.com/historia-de-mixco/>
10. Gil, A y Serra, M. (2010). *Libro blanco del pan*. España: Editorial Médica Panamericana.
11. Gómez, C. (2017). *Propuesta de manual de buenas prácticas de manufactura para el área de cocina de un restaurante de comida china ubicado en la ciudad de Guatemala*. (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
12. Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (5ª edición) México: McGraw-Hill Educación.
13. Mesas, J. y Alegre, M. (mayo 2002). El pan y su proceso de elaboración. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3 (5), 307-313.
14. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2021). *Guía de aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura en panaderías y confiterías*. Argentina: Dirección de agroalimentos.
15. Pacheco, M. y Pepe F. (2015). *Implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) en la Empresa "Water Life"*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

16. Pepe, O., Blaiotta, G., Moschetti, G., Greco, T. y Villani, F. (abril 2003). Rope-Producing Strains of Bacillus spp. from Wheat Bread and Strategy for Their Control by Lactic Acid Bacteria [Cepas de Bacillus spp productoras de hilado en pan de trigo y estrategias para control por bacterias ácido-lácticas]. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(4), 2321–2329.
17. Puentes, M. (2021). *Propuesta de mejora en la planta de producción de la panadería de jumbo calle 80 basado en el enfoque de buenas prácticas de manufactura*. (Trabajo de maestría). Fundación Universidad de América. Bogotá, Colombia.
18. Raymundo, T. y Romaní, J. (2016). *Efecto de la temperatura de almacenamiento, humedad y permeabilidad del envase en la estabilidad de los parámetros de calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica del pan de camote (Ipomoea batata)*. (Tesis de pregrado). Universidad de Nacional del Centro de Perú. Hyancayo, Perú.
19. Reglamento Técnico Centroamericano 67.01.33:06. (2006). *Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura Principios Generales*. Guatemala: Ministerio de Economía.
20. Reglamento Técnico Centroamericano 67.04.54:10. (2012). *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. Guatemala: Ministerio de Economía.
21. Rosenkvist, H. y Hansen, A. (octubre 1995). Contamination profiles and characterization of Bacillus species in wheat bread and raw

materials for bread production [Perfiles de contaminación y caracterización de especies de Bacillus en pan de trigo y materiales crudos para producción de pan]. *International Journal of Food Microbiology*, 26(13), 353-363. doi.org/10.1016/0168-1605(94)00147-X

22. Rumeus, I. y Turtoi, M. (junio 2013). Influence of sourdough use on rope spoilage of wheat bread. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 19, 94–98.
23. Saranraj, P. y Sivasakthivelan, P. (enero 2016). Microbial Spoilage of Bakery Products and Its Control by Preservatives. *International Journal of Pharmaceutical & Biological Archives*, 3(1), 38-48.
24. Sastre, M. y Polo, D. (2017). *Preelaboración de productos básicos de pastelería*. España: Editorial CEP SL (70-72).
25. Stevenson, K. y Lembke, F. (2015). *Mesophilic Aerobic Endospore-Forming Bacilli*. American Public Health Association. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* Washington: APHA PRESS.
26. Vaičiulytė, L., Žvirdauskienė, R., Šalomskienė, J. y Šarkinas, S. (marzo 2015). The effect of wheat bread contamination by the Bacillus genus bacteria on the quality and safety of bread [El efecto de contaminación por bacterias del género Bacillus en pan de trigo y la calidad e inocuidad del pan]. *Zemdirbyste-Agriculture*, 102(3), 351–358.

27. Valerio, F., Bellis, P., Biase, M., Lonigro, S., Giussani, B., Visconti, A., Lavermicocca, P, y Sisto, A. (febrero 2012). Diversity of spore-forming bacteria and identification of *Bacillus amyloliquefaciens* as a species frequently associated with the ropy spoilage of bread. *International Journal of Food Microbiology*, 156(2012), 278–285.
28. Vásquez, I. (13 de septiembre 2016). *Tipos de estudio y métodos de investigación*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
29. Yibar, A., Cetinkaya y Soyutemiz, G. (enero 2012). Detection of rope-producing *Bacillus* in bread and identification of isolates to species level by Vitek 2 System. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, (6), 243–248.



## APÉNDICES

### Apéndice 1. Formato para recolección de datos microbiológicos



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS  
ALIMENTOS

#### REGISTRO DE RESULTADOS

Identificación de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de análisis	Fecha de lectura	Control de corrida	Resultado (P/A)

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato para registro de temperatura de almacenamiento**



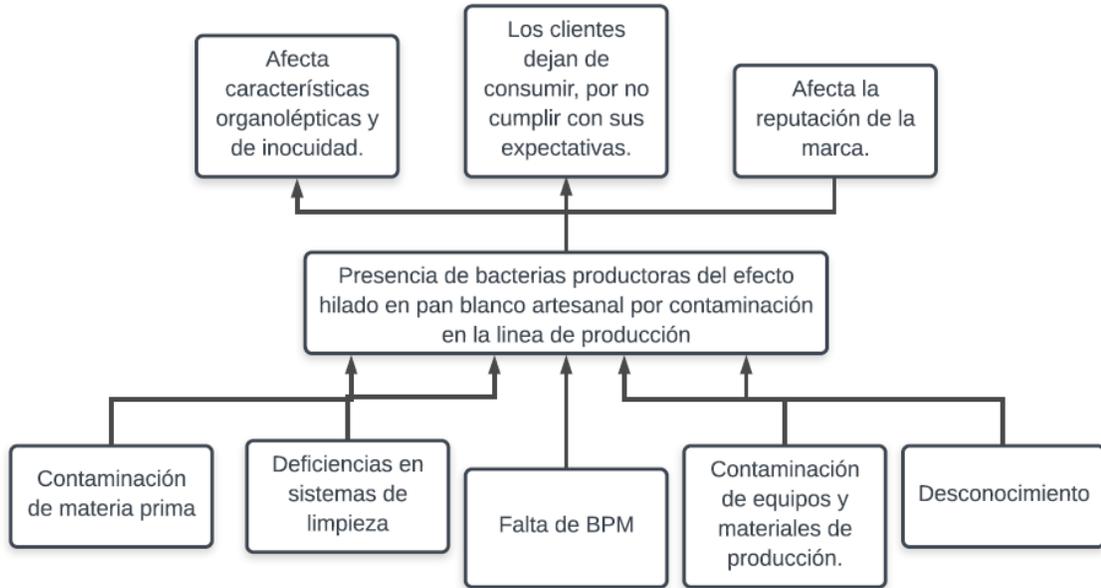
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS  
ALIMENTOS

REGISTRO DE TEMPERATURA

	Fecha	Temperatura		Fecha	Temperatura
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		
11			26		
12			27		
13			28		
14			29		
15			30		

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.



## Apéndice 4. Matriz de coherencia

Objetivos	VARIABLES	Indicadores	Técnicas e Instrumentos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
<b>Medir tiempo y temperatura en que se almacena el pan en anaqueles después de la producción.</b>	Temperatura Tiempo	Grados centígrados Días de almacenamiento Frecuencia: diario durante un mes	Registro de temperaturas diarias. Fecha de inicio y fin de almacenamiento	Procedimiento de medición de temperatura según FQB Laboratorios	Se almacena por 1 día, promedio de temperatura 24.9 °C.	Por sobre los 25 °C se encuentran muestras positivas.	Determinar otras condiciones como humedad o actividad de agua.
<b>Analizar muestras de pan blanco para determinar la presencia de microorganismos productores de efecto hilado.</b>	Presencia Ausencia	Presencia o ausencia Frecuencia: diario durante un mes	POE de determinación de bacterias causantes del efecto hilado.	Prueba de laboratorio realizada en FQB Laboratorios	El 20 % de las muestras tienen resultado positivo.	Las BPM son necesarias para mejorar la inocuidad del producto	Analizar muestras según RTCA microbiológico.
<b>Determinar buenas prácticas de manufactura en la línea de producción de pan blanco para hacer recomendaciones pertinentes.</b>	Práctica de BPM en la panadería	RTCA 67.01.33:06. (2006). Industria de Alimentos y Bebidas Procesados. Buenas Prácticas de Manufactura Principios Generales.	Lista de verificación de RTCA, Anexos A y B.	Observación y preguntas a personal en el área de producción.	Resultado de 51 puntos, debajo del mínimo permitido.	No pasa la primera evaluación de BPM.	Determinar de nuevo las BPM cuando se hallan realizado las mejoras.

-Título: **Evaluación de Efecto de Hilado en Pan Blanco y Recomendaciones de Buenas Prácticas de Manufactura en una Panadería en Mixco, Guatemala**

-Problema: Presencia de contaminación microbiológica en pan por falta de implementación de Buenas Prácticas de Manufactura

Matriz de coherencia.

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 5. Registro de toma de temperaturas



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

### REGISTRO DE TEMPERATURA

	Fecha	Temperatura en °C		Fecha	Temperatura en °C
1	21.05.2021	23.3	16	5.06.2021	24.2
2	22.05.2021	23.2	17	6.06.2021	24.1
3	23.05.2021	23.2	18	7.06.2021	27.9
4	24.05.2021	23.3	19	8.06.2021	25.4
5	25.05.2021	23.2	20	9.06.2021	23.9
6	26.05.2021	23.2	21	10.06.2021	27.9
7	27.05.2021	23.8	22	11.06.2021	23.0
8	28.05.2021	23.8	23	12.06.2021	22.7
9	29.05.2021	23.9	24	13.06.2021	23.7
10	30.05.2021	24.5	25	14.06.2021	27.8
11	31.05.2021	22.7	26	15.06.2021	23.6
12	1.06.2021	27.1	27	16.06.2021	28.1
13	2.06.2021	27.9	28	17.06.2021	22.7
14	3.06.2021	25.5	29	18.06.2021	24.2
15	4.06.2021	28.1	30	19.06.2021	22.9

Este anexo detalla el registro de temperatura durante el tiempo de muestreo del producto, desde la fecha 21.5.21 a 19.6.21.

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Registro de resultados análisis microbiológico



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE  
 INGENIERÍA  
 ESCUELA DE ESTUDIOS DE  
 POSTGRADO  
 MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS  
 ALIMENTOS

### REGISTRO DE RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

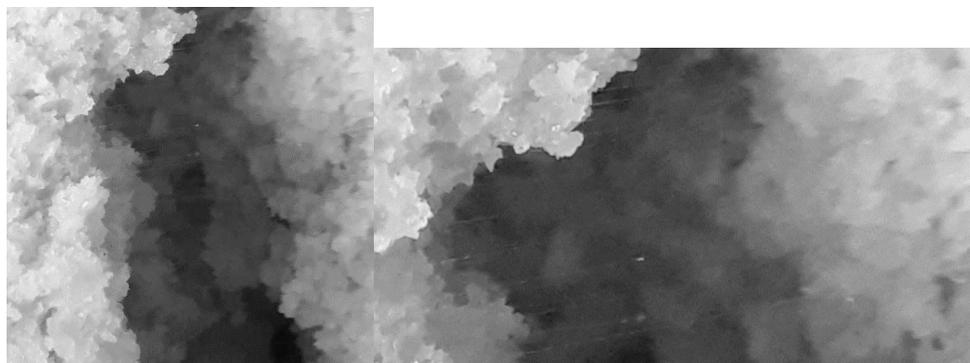
Identificación de muestra	Fecha de muestreo	Fecha de análisis	Fecha de lectura	Control de corrida	Resultado (P/A)
A	21.05.2021	31.05.2021	2.06.2021	-	A
B	22.05.2021			-	A
C	23.05.2021			-	A
D	24.05.2021			-	A
E	25.05.2021			-	A
F	26.05.2021			-	A
G	27.05.2021			-	A
H	28.05.2021			-	A
CONTROL A	-			NEGATIVO	-
I	29.05.2021	7.06.2021	9.06.2021	-	P
J	30.05.2021			-	A
K	31.05.2021			-	A
L	1.06.2021			-	A
M	2.06.2021			-	P
N	3.06.2021			-	P
O	4.06.2021			-	A
CONTROL B	-			NEGATIVO	-
P	5.06.2021	14.06.2021	16.06.2021	-	A
Q	6.06.2021			-	A
R	7.06.2021			-	A
S	8.06.2021			-	A
T	9.06.2021			-	A
U	10.06.2021			-	A
V	11.06.2021			-	A

Continuación apéndice 6.

CONTROL C	-			NEGATIVO	-
W	12.06.2021	21.06.2021	23.06.2021	-	A
X	13.06.2021			-	P
Y	14.06.2021			-	A
Z	15.06.2021			-	P
AA	16.06.2021			-	P
AB	17.06.2021			-	A
AC	18.06.2021			-	A
AD	19.06.2021			-	A
CONTROL D	-			NEGATIVO	-

Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 7. **Fotografía descriptiva de efecto hilado en pan o efecto rope bread**



La fotografía muestra las ligas por efecto de la degradación del pan por bacterias productoras de efecto hilado.

Fuente: [Fotografía de Sara García]. (Mixco. 2022). Colección particular. Guatemala.

Apéndice 8. **Registro de lista de verificación de Buenas Prácticas de Manufactura en Panadería y Repostería Lay**

**Buenas prácticas de manufactura**

<b>Auditor:</b>	Sara Noemí García Morales		
<b>Fecha:</b>	21.5.2021		
<b>Tienda:</b>	Panadería y Repostería Lay		
<b>Puntuación mínima:</b>	81	/100	<b>Responsable</b>
<b>Puntuación Panadería:</b>	51	/100	Marcelo de Jesús Lay Aguirre.

<b>Fecha de Inicio</b>	21.5.2021
<b>Fecha Recomendaciones</b>	14.4.2022

Incidencia	Aspecto	Requerimiento	Cumplimiento: ponderación según peso de aspecto	Puntos	Punteo máximo
<b>1. Edificio</b>					
<b>1.1 Alrededores y ubicación</b>					
<b>1.1.1 Alrededores</b>					
)	<b>Limpios</b>	i) Almacenamiento adecuado del equipo en desuso	En caso de tener equipo en desuso colocar identificación en un área definida.	1	1
		ii) Libres de basuras y desperdicios			

Continuación apéndice 8.

		iii) Áreas verdes limpias	NA		
)	<b>Ausencia de focos de contaminación</b>	i) Patios y lugares de estacionamiento limpios, evitando que constituyan una fuente de contaminación.	NA	1	1
		ii) Inexistencia de lugares que puedan constituir una atracción o refugio para los insectos y roedores.	NA		
		iii) Mantenimiento adecuado de los drenajes de la planta para evitar contaminación e infestación			
		iv) Operación en forma adecuada de los sistemas para el tratamiento de desperdicios	Se guarda descarte de producto en un costal, en un área no identificada.		
<b>1.1.2 Ubicación</b>					
)	<b>Ubicación adecuada</b>	i) Ubicados en zonas no expuestas a cualquier tipo de contaminación física, química o biológica.	La planta se ubica en zona sin exposición a contaminaciones .	1	1
		ii) Estar delimitada por paredes separadas de cualquier ambiente utilizado como vivienda			
		iii) Contar con comodidades para el retiro de los desechos de manera eficaz, tanto sólidos como líquidos.			
		iv) Vías de acceso y patios de			

Continuación apéndice 8.

		maniobra deben encontrarse pavimentados a fin de evitar la contaminación de los alimentos con el polvo.			
<b>1.2 Instalaciones físicas</b>					
<b>1.2.1</b>					
<b>Diseño</b>					
)	<b>Tamaño y construcción del edificio</b>	i) Su construcción debe permitir y facilitar su mantenimiento y las operaciones sanitarias para cumplir con el propósito de elaboración y manejo de los alimentos, así como del producto terminado en forma adecuada.	No cuenta con curva sanitaria, los pisos tienen muchas uniones	0	1
)	<b>Protección contra el ambiente exterior</b>	i) El edificio e instalaciones deben ser de tal manera que impida el ingreso de animales, insectos, roedores y plagas.	Hay una puerta que abre desde la calle directo al área de producción.		
		ii) El edificio e instalaciones deben de reducir al mínimo el ingreso de los contaminantes del medio como humo, polvo, vapor u otros.	Hay una puerta que abre desde la calle directo al área de producción.	0	2
)	<b>Áreas específicas para vestidores, para ingerir alimentos y almacenamiento</b>	i) Los ambientes del edificio deben incluir un área específica para vestidores, con muebles adecuados para guardar implementos de uso personal.	No cuenta con área específica únicamente para uso de vestidor o implementos del personal: se guardan junto a bodega de materia prima.	0	1
		ii) Los ambientes del edificio deben incluir	No cuenta con área		

Continuación apéndice 8.

		un área específica para que el personal pueda ingerir alimentos	de alimentación del personal		
		iii) Se debe disponer de instalaciones de almacenamiento separadas para: materia prima, producto terminado, productos de limpieza y sustancias peligrosas.	La bodega de materia prima se comparte con vestidor, hay materia prima fuera de la bodega.		
)	<b>Distribución</b>	i) Las industrias de alimentos deben disponer del espacio suficiente para cumplir satisfactoriamente con todas las operaciones de producción, con los flujos de procesos productivos separados, colocación de equipo, y realizar operaciones de limpieza. Los espacios de trabajo entre el equipo y las	No se mantiene el espacio de 50cm entre la pared y los equipos, el flujo de proceso no es lineal, la limpieza se puede mejorar.	0	1
		paredes deben ser de por lo menos 50cm y sin obstáculos, de manera que permita a los empleados realizar sus deberes de limpieza en forma adecuada.			
)	<b>Materiales de construcción</b>	i) Todos los materiales de construcción de los edificios e instalaciones deben ser de naturaleza tal que no transmitan ninguna sustancia no deseada al	Construcción de block y concreto.	1	1

Continuación apéndice 8.

		alimento. Las edificaciones deben ser de construcción sólida, y mantenerse en buen estado. En el área de producción no se permite la madera como material de construcción.			
<b>1.2.2 Pisos</b>					
)	<b>De material impermeable y de fácil limpieza</b>	i) Los pisos deberán ser de material impermeables, lavables e impermeables que no tengan efectos tóxicos para el uso al que se destinan.	El piso es de granito.	.5	0 1
		ii) Los pisos deberán ser contruidos de manera que faciliten su limpieza y desinfección.	Se puede hacer limpieza.		
)	<b>Sin grietas</b>	i) Los pisos no deben tener grietas ni irregularidades en su superficie o uniones.	El piso es de granito.	0	1
)	<b>Uniones redondeadas</b>	i) Las uniones entre los pisos y las paredes deben tener curvatura sanitaria para facilitar su limpieza y evitar la acumulación de materiales que favorezcan la contaminación.	No cuenta con curva sanitaria.	0	1
)	<b>Desagües suficientes</b>	i) Los pisos deben tener desagües y una pendiente adecuada, que permitan la evacuación rápida del agua y evite la	Hay salida de agua, no es una planta húmeda.	1	1

Continuación apéndice 8.

		formación de charcos.			
<b>1.2.3 Paredes</b>					
)	Exteriores construidos de material adecuado	i) Las paredes exteriores pueden ser construidas de concreto, ladrillo o bloque de concreto y aún en de estructuras prefabricadas de diversos materiales.	Paredes de bloques	1	1
)	De áreas de proceso y almacenamiento revestidas de material impermeables	i) Las paredes interiores, en particular en las áreas de proceso se deben revestir con materiales impermeables, no absorbentes, lisos, fáciles de lavar y desinfectar, pintadas de color claro y sin grietas.	Paredes no recubiertas, paredes con grietas.		
		ii) Cuando amerite por las condiciones de humedad durante el proceso, las paredes deben estar recubiertas con un material lavable hasta una altura mínima de 1.5 metros.	NA	0	1
		iii) Las uniones entre una pared y otra, así como entre éstas y los pisos, deben tener curvatura sanitaria.	No cuenta con curva sanitaria.		
<b>1.2.4 Techos</b>					
)	Construido s de material que no acumule basura y anidamiento de plagas.	i) Los techos deberán estar construidos y acabados de forma que reduzca al mínimo la acumulación de suciedad y de	Techo adecuado	1	1

Continuación apéndice 8.

		condensación, así como el desprendimiento de partículas.			
		ii) Cuando se utilicen cielos falsos deben ser lisos, sin uniones y fáciles de limpiar.	No se usa cielo falso		
<b>1.2.5 Ventanas y puertas</b>					
)	Fáciles de desmontar y limpiar	i) Las ventanas deben ser fáciles de limpiar.	Ventana accesible		
		ii) Las ventanas deberán ser fáciles de limpiar, estar construidas de modo que impidan la entrada de agua, plagas y acumulación de suciedad, y cuando el caso lo amerite estar provistas de malla contra insectos que sea fácil de desmontar y limpiar.	No aplica	1	1
)	<b>Quicios de las ventanas de tamaño mínimo y con declive</b>	i) Los quicios de las ventanas deberán ser con declive y de un tamaño que evite la acumulación de polvo e impida su uso para almacenar objetos.	Adecuada, no se almacenan objetos.	1	1
)	<b>Puertas en buen estado, de superficie lisa y no absorbente, y que abran hacia afuera</b>	i) Las puertas deben tener una superficie lisa y no absorbente y ser fáciles de limpiar y desinfectar.	Puertas adecuadas		
		ii) Las puertas es preferible que abran hacia fuera y que estén ajustadas a su marco y en buen estado.	Puertas adecuadas	1	1

Continuación apéndice 8.

<b>1.2.6 Iluminación</b>					
)	Intensidad de acuerdo con manual de BPM	i) Todo establecimiento estará iluminado ya sea con luz natural o artificial, de forma tal que posibilite la realización de las tareas y no comprometa la higiene de los alimentos.	Iluminación adecuada	1	1
)	<b>Lámparas y accesorios de luz artificial adecuados</b>	i) Las lámparas y todo accesorio de luz artificial ubicados en áreas de recibo de materia prima, almacenamiento, preparación y manejo de los alimentos, deben estar protegidos contra roturas.	No se protegen las lámparas.	0	1
		ii) La iluminación no deberá alterar los colores.	Iluminación adecuada.		
)	<b>Ausencia de cables colgantes en zonas de proceso</b>	i) Las instalaciones eléctricas en caso de ser exteriores deberán estar recubiertas por tubos o caños aislantes.	NA	1	1
		ii) No deben existir cables colgantes sobre las zonas de procesamiento de alimentos.	No hay cables expuestos.		
<b>1.2.7 Ventilación</b>					
)	<b>Ventilación adecuada</b>	i) Debe existir una ventilación adecuada, que evite el calor excesivo, permita la circulación de aire suficiente y evite la	Existe un área de escape de aire, contigua al área de producción de pan blanco.	2	2

Continuación apéndice 8.

		condensación de vapores			
		ii) Se debe contar con un sistema efectivo de extracción de humos y vapores acorde a las necesidades, cuando se requiera.	NA		
)	<b>Corriente de aire de zona limpia a zona contaminada</b>	i) El flujo de aire no deberá ir nunca de una zona contaminada hacia una zona limpia.	El flujo de aire va de zona contaminada a zona limpia.		
		ii) Las aberturas de ventilación estarán protegidas por mallas para evitar el ingreso de agentes contaminantes.	NA	.5	0 1
<b>1.3 Instalaciones sanitarias</b>					
<b>1.3.1 Abastecimiento de agua</b>					
)	<b>Abastecimiento</b>	i) Debe disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable	Abastecimiento continuo adecuado.		
		ii) El agua potable debe ajustarse a lo especificado de la Normativa de cada país.	No se tiene datos de análisis.		
		iii) Debe contar con instalaciones apropiadas para su almacenamiento y distribución de manera que, si ocasionalmente el servicio es suspendido, no se interrumpan los procesos.	Cuenta con instalaciones apropiadas.	6	6
		iv) El agua que se utilice en las operaciones de limpieza y desinfección de	Uso de agua potable únicamente.		

Continuación apéndice 8.

		equipos debe ser potable.			
)	Sistema de abastecimiento de agua no potable independiente	i) Los sistemas de agua potable con los de agua no potable deben ser independientes (sistema contra incendios, producción de vapor).	NA		
		ii) sistemas de agua no potable deben de estar identificados.	NA	2	2
		iii) El sistema de agua potable diseñado adecuadamente para evitar el refluo hacia ellos (contaminación cruzada).	NA		
SUBTOT AL 1.3.1				8	8
<b>1.3.2 Tuberías</b>					
)	Tamaño y diseño adecuado	i) El tamaño y diseño de la tubería debe ser capaz de llevar a través de la planta la cantidad de agua suficiente para todas las áreas que los requieran.	Tubería adecuada		
		ii)	Transporte adecuado	1	1
		Transporte adecuadamente las aguas negras o aguas servidas de la planta.			
)	Tuberías de agua limpia potable, agua limpia no potable y aguas servidas separadas.	i) Transporte adecuado de aguas negras y servidas de la planta.	Adecuado.		
		ii) Las aguas negras o servidas no constituyen una	Adecuado.	1	1

Continuación apéndice 8.

		fuelle de contaminación para los alimentos, agua, equipo, utensilios o crear una condición insalubre.			
		iii) Proveer un drenaje adecuado en los pisos de todas las áreas, sujetas a inundaciones por la limpieza o donde las operaciones normales liberen o descarguen agua u otros desperdicios líquidos.	Drenaje adecuado.		
		iv) Prevención de la existencia de un reflujo o conexión cruzada entre el sistema de la tubería que descarga los desechos líquidos y el agua potable que se provee a los alimentos o durante la elaboración de estos.	NA		
<b>1.4 Manejo y disposición de desechos líquidos</b>					
<b>1.4.1 Drenajes</b>					
)	Instalaciones de desagüe y eliminación de desechos, adecuados	i) Sistemas e instalaciones adecuados de desagüe y eliminación de desechos, diseñados y construidos y mantenidos de manera que se evite el riesgo de contaminación.	Adecuado.	0	2
		ii) Deben contar con una rejilla que impida el paso de roedores hacia la planta.	No cuenta con rejilla.		
<b>1.4.2 Instalaciones Sanitarias</b>					

Continuación apéndice 8.

)	<p><b>Instalaciones sanitarias</b> limpias, en buen estado y separados por sexo.</p>	<p>i) Instalaciones sanitarias limpias y en buen estado, con ventilación hacia el exterior.</p>	<p>o. Adecuad</p>		
		<p>ii) Provistas de papel higiénico, jabón, dispositivos para secado de manos, basurero.</p>	<p>No cuenta con dispositivo para secado de manos.</p>		
		<p>iii) Separadas de la sección de proceso.</p>	<p>o. Adecuad</p>		
		<p>iv) Poseerán como mínimo los siguientes equipos, según el número de trabajadores por turno. -Inodoros: uno por cada veinte hombres o fracción de veinte, uno por cada quince mujeres o fracción de quince. -Orinales: uno por cada veinte trabajadores o fracción de veinte. -Duchas: una por cada veinticinco trabajadores, en los establecimientos que se requiera. -Lavamanos: uno por cada quince trabajadores o fracción de quince.</p>	<p>o. Adecuad</p>	1	2
)	<p><b>Puertas que no abran directamente hacia el área de proceso.</b></p>	<p>i) Puertas que no abran directamente hacia el área donde el alimento está expuesto cuando se toman otras medidas alternas que protejan contra la contaminación (Ej. Puertas dobles o</p>	<p>o. Adecuad</p>	2	2

Continuación apéndice 8.

		sistemas de corrientes positivas).			
)	<b>Vestidores debidamente ubicados</b>	i) Debe contarse con un área de vestidores, separada del área de servicios sanitarios, tanto para hombres como para mujeres.	El área de vestidor se ocupa junto a la bodega de materia prima.	0	1
		ii) Provistos de al menos un casillero por cada operario de turno.	No cuenta con espacio individual para cada operario.		
<b>1.4.3 Instalaciones para lavarse las manos</b>					
)	Lavamanos con abastecimiento de agua potable.	i) Las instalaciones para lavarse las manos deben disponer de medios adecuados y en buen estado para lavarse y secarse las manos higiénicamente y abastecimiento de agua caliente y/o fría.	Adecuado.	2	2
)	Jabón líquido, toallas de papel o secadores de aire y rótulos que indican lavarse las manos.	i) El jabón debe ser líquido, antibacterial y estar colocado en su correspondiente dispensador. Uso de toallas de papel o secadores de aire.	No cuenta con toallas de papel o secadores de aire.		
		ii) Debe de haber rótulos que indiquen al trabajador que deben lavarse las manos después de ir al baño, o se haya contaminado al tocar objetos o superficies expuestas a contaminación.	No cuenta con rótulos.	0	2
<b>1.5 Manejo y disposición de desechos sólidos</b>					
<b>1.5.1 Desechos sólidos</b>					
)	Manejo adecuado	i) Deberán existir un programa	No cuentan con	1	4

Continuación apéndice 8.

	de desechos sólidos	y procedimiento escrito para el manejo adecuado de desechos sólidos de la planta.	procedimientos escritos.		
		ii) No se debe permitir la disposición de desechos en las áreas de recepción y de almacenamiento de los alimentos o en otras áreas de trabajo ni zonas circundantes.	Adecuado.		
		iii) Los recipientes deben ser lavables y tener tapadera para evitar que atraigan insectos y roedores.			
		iv) En de los desechos, deberá ubicarse alejados de las zonas de procesamiento de alimentos, Bajo techo o debidamente cubierto en un área provista para la recolección de lixiviados y piso lavable.	No cuenta con zona específica de desechos.		

**1.6 Limpieza y desinfección**

**1.6.1 Programa de limpieza y desinfección**

)	Programa escrito que regule la limpieza y desinfección.	i) Debe existir un programa escrito que regule la limpieza y desinfección del edificio, equipos y utensilios, el cual deberá especificar: -Distribución de limpieza por áreas -Responsable de tareas específicas. -Método y frecuencia de limpieza	No se cuenta con programa escrito.	0	2
---	---	---	------------------------------------	---	---

Continuación apéndice 8.

		-Medidas de vigilancia			
)	Productos para limpieza y desinfección aprobados	i) Los productos utilizados para la limpieza y desinfección deben contar con registro emitido por la autoridad sanitaria correspondiente.	Productos comerciales,		
		ii) Deben almacenarse adecuadamente, fuera de las áreas de procesamiento de alimentos, debidamente identificados y utilizarse de acuerdo con las instrucciones que el fabricante indique en la etiqueta.	Hace falta identificación de área.	0	2
)	Instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección	i) Debe haber instalaciones adecuadas para la limpieza y desinfección de los utensilios y equipo de trabajo.	Hay un área disponible.	2	2
SUBTOT					
AL 1.6.1				2	3
<b>1.7 Control de plagas</b>					
<b>1.7.1 Control de plagas</b>					
)	<b>Programa escrito para el control de plagas</b>	i) La planta deberá contar con un programa escrito para todo tipo de plagas, que incluya como mínimo: -Identificación de plagas -Mapeo de estaciones -Productos aprobados y procedimientos utilizados -Hojas de seguridad de las sustancias a aplicar.	No se cuenta con este inciso.	0	2

Continuación apéndice 8.

		ii) El programa debe contemplar si la planta cuenta con barreras físicas que impidan el ingreso de plagas.			
		iii) Contempla el período que debe inspeccionarse y llevar un control escrito para disminuir al mínimo los riesgos de contaminación por plagas.			
		iv) El programa debe contemplar medidas de erradicación en caso de que alguna plaga invada la planta.			
		v) Deben de existir los procedimientos a seguir para la aplicación de plaguicidas.			
)	<b>Productos químicos utilizados autorizados</b>	i) Los productos químicos utilizados dentro y fuera del establecimiento, deben estar registrados por la autoridad competente para uso en planta de alimentos.	No aplican.	2	2
		ii) Deberán utilizarse plaguicidas si no se puede aplicar con eficacia otras medidas sanitarias.	NA		
)	<b>Almacena miento de plaguicidas fuera de las áreas de procesamiento.</b>	i) Todos los plaguicidas utilizados deberán guardarse adecuadamente,	NA	2	2

Continuación apéndice 8.

		fuera de las áreas de procesamiento de alimentos y mantener debidamente identificados.			
<b>2. Equipos y utensilios</b>					
<b>2.1 Equipos y utensilios</b>					
)	<b>Equipo adecuado para el proceso</b>	i) Estar diseñados de manera que permitan un rápido desmontaje y fácil acceso para su inspección, mantenimiento y limpieza.	Adecuados.		
		ii) Ser de materiales no absorbentes ni corrosivos, resistentes a las operaciones repetidas de limpieza y desinfección.	Adecuados: ideal acero inoxidable 304 o 316 (Cl)	2	2
		iii) Funcionar de conformidad con el uso al que está destinado.	Adecuados.		
		iv) No transferir al producto materiales, sustancias tóxicas, olores, ni sabores.	Adecuados.		
)	<b>Programa escrito de mantenimiento preventivo</b>	i) Debe existir un programa escrito de mantenimiento preventivo, a fin de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, el registro de las reparaciones y condiciones. Estos registros deben estar actualizados y a disposición para el control oficial.	No cuentan con programa escrito.	0	1
SUBTOT				2	2
AL 2					

Continuación apéndice 8.

<b>3. Personal</b>					
<b>3.1 Capacitación</b>					
)	Programa de capacitación escrito que incluya las Buenas Prácticas de manufactura BPM	i) El personal involucrado en la manipulación de alimentos, debe ser previamente capacitado en Buenas Prácticas de Manufactura.	No hay registros de capacitación BPM.	0	
		ii) Debe existir un programa de capacitación escrito que incluya las buenas prácticas de manufactura, dirigido a todo el personal de la empresa.	No cuenta con programa de capacitación.		
		iii) Los programas de capacitación, deberán ser ejecutados, revisados, evaluados y actualizados periódicamente.	No cuenta con programa de capacitación.		3
SUBTOT				0	
AL 3.1					2
<b>3.2 Prácticas higiénicas</b>					
)	Prácticas higiénicas adecuadas, según manual de BPM	i) Debe exigirse que los operarios se laven cuidadosamente las manos con jabón líquido antibacterial: -Al ingresar al área de proceso -Después de manipular cualquier alimento crudo y/o cocidos que sufrirán ningún tipo de tratamiento térmico antes de su consumo -Después de llevar a cabo cualquier actividad no laboral	Se hace lavado de manos antes del proceso.	4	6

Continuación apéndice 8.

		como comer, beber, fumar, sonarse la nariz o ir al servicio sanitario, y otras.		
		ii) Si se empelan guantes no desechables, estos deberán estar en buen estado, ser de un material impermeable y cambiarse diariamente, lavar y desinfectar antes de ser usados nuevamente. Cuando se usen guantes desechables deben cambiarse cada vez que se ensucien o rompan y descartarse diariamente.	NA	
		iii) -Uñas de manos cortas, limpias y sin esmalte. -Los operarios no deben usar anillos, aretes, relojes, pulseras o cualquier adorno u otro objeto que pueda tener contacto con el producto que se manipule. -El bigote y barba deben estar bien recortados y cubiertos con cubre bocas. -El cabello debe estar recogido y cubierto por completo por un cubrecabeza. -No utilizar maquillaje, uñas y pestañas postizas.	Adecuad o	
		iv) Los empleados	Dentro de las áreas no	

Continuación apéndice 8.

		actividades de manipulación de alimentos deberán evitar comportamientos que puedan contaminarlos, tales como: fumar, escupir, masticar goma, comer, estornudar o toser; y otras.	se observa ninguna de estas actividades.		
		v) Utilizar uniforme y calzado adecuados, cubrecabezas y cuando proceda ropa protectora y mascarilla.	No se usa equipo de protección: mascarillas, cofias.		
		vi) Los visitantes de las zonas de procesamiento o manipulación de alimentos, deben seguir las normas de comportamiento y disposiciones que se establezcan en la organización con el fin de evitar la contaminación de los alimentos.	No se tiene establecidas normas para visitantes.		
SUBTOT				4	5
AL 3.2					
<b>3.3 Control de salud</b>					
	<b>Control de salud adecuado</b>	i) Las personas responsables de las fábricas de alimentos deben llevar un registro periódico del estado de salud de su personal.	No hay registro.		
		ii) Todo el personal cuyas funciones estén relacionadas con la manipulación de los alimentos debe someterse a	No hay registro.	0	6

Continuación apéndice 8.

		exámenes médicos previo a su contratación, la empresa debe mantener constancia de salud actualizada, documentada y renovare como mínimo cada seis meses.		
		iii) Se deberá regular el tráfico de manipuladores y visitantes en las áreas de preparación de alimentos.	Los empleados trabajan en turnos programados.	
		iv) No deberá permitirse acceso a ningún área de manipulación de alimentos a las personas de las que se sabe o se sospecha que padecen o son portadoras de algunas enfermedades que eventualmente pueda transmitirse por medio de los alimentos. Cualquier persona que se encuentre en esas condiciones, deberá informar inmediatamente a la dirección de la empresa sobre los síntomas que presenta y someterse a exámenes médicas, si así lo indican las razones clínicas o epidemiológicas.	Adecuado: no se permite el acceso a personal enfermo.	
		v) Entre los síntomas que	No hay registro	

Continuación apéndice 8.

		deberán comunicarse al encargado del establecimiento para que se examine la necesidad de someter a una persona a examen médico y excluirla temporalmente de la manipulación de alimentos cabe señalar los siguientes: Ictericia, Diarrea, Vómitos, Fiebre, Dolor de garganta con fiebre, Lesiones de la piel, visiblemente infectadas (furúnculos, cortes, etc.) Secreción de oídos, ojos o nariz, Tos persistente.			
<b>4. Control en el proceso y en la producción</b>					
<b>4.1 Materia prima</b>					
)	<b>Control y registro de la potabilidad del agua</b>	i) Registro de resultados del cloro residual del agua potabilizada con este sistema o registro de los resultados, en el caso que se utilice otro sistema de potabilización.	No se lleva registro de cloro.		
		ii) Evaluación periódica de la calidad del agua a través de análisis fisicoquímico y bacteriológico y mantener los registros respectivos.	No se tiene evaluación	0	3
)	<b>Registro de control de materia prima</b>	i) Contar con un sistema documentado del control de materias primas, el cual debe	Se revisa frente a la Orden de compra y factura.	1	1

Continuación apéndice 8.

		contener información sobre: especificaciones del producto, fecha de vencimiento, número de lote, proveedor, entradas y salidas.			
			SUBTOT	1	3
			AL 4.1		
<b>4.2 Operaciones de manufactura</b>					
)	<b>Procedimientos de operación documentados</b>	i) Diagrama de flujo, considerando todas las operaciones unitarias del proceso y el análisis de los peligros microbiológicos, físicos y químicos a los cuales están expuestos los productos durante su elaboración.	No se cuenta con diagrama.		
		ii) Controles necesarios para reducir el crecimiento potencial de microorganismos y evitar la contaminación del alimento; tales como: tiempo, temperatura, pH y humedad.	No se registra tiempo de cocción ni temperatura.	0	5
		iii) Medidas efectivas para proteger el alimento contra la contaminación con metales o cualquier otro material extraño. Este requerimiento se puede cumplir utilizando imanes, detectores de metal o cualquier otro medio aplicable.	No se cuenta con este inciso.		

Continuación apéndice 8.

		iv) Medidas necesarias para prevenir la contaminación cruzada.	No se cuenta con diagrama.		
<b>4.2 Envasado</b>					
)	Material para envasado almacenado en condiciones de sanidad y limpieza y utilizado adecuadamente.	i) Todo el material que se emplee para el envasado deberá almacenarse en lugares adecuados para tal fin y en condiciones de sanidad y limpieza.	Adecuado o. Espacio definido para el material.		
		ii) El material deberá garantizar la integridad del producto que ha de envasarse, bajo las condiciones previstas de almacenamiento.	Adecuado o.		
		iii) Los envases o recipientes no deben utilizarse para otro uso diferente para el que fue diseñado.	Adecuado o.	5	5
		iv) Los envases o recipientes deberán inspeccionarse antes del uso, a fin de tener la seguridad de que se encuentren en buen estado, limpios y desinfectados.	Adecuado o.		
		v) En los casos en que se reutilice envases o recipientes, estos deberán inspeccionarse y tratarse inmediatamente antes del uso.	NA		
		vi) En la zona de envasado o	Adecuado o.		

Continuación apéndice 8.

		llenado solo deberán permanecer los recipientes necesarios.			
SUBTOT				5	3
AL 4.2					
<b>4.3 Documentación y registro</b>					
)	<b>Registros apropiados de elaboración, producción y distribución</b>	i) Procedimiento documentado para el control de los registros.	No cuenta con procedimiento.		
		ii) Los registros deben conservarse durante un período superior al de la duración de la vida útil del alimento.		0	2
SUBTOT				0	2
AL 4.3					
<b>5. Almacenamiento y distribución</b>					
<b>5.1 Almacenamiento y distribución</b>					
)	<b>Materias primas y productos terminados almacenados en condiciones apropiadas.</b>	i) Almacenarse y transportarse en condiciones apropiadas que impidan la contaminación y la proliferación, y los protejan contra la alteración del producto o los daños al recipiente o envase.	Carro repartidor cerrado.	1	1
)	<b>Inspección periódica de materia prima y productos terminados.</b>	i) Tarimas adecuadas, a una distancia mínima de 15 cm sobre el piso y estar separados por 50 cm como mínimo de la pared, y a 1.5 m del techo. Respetar las especificaciones de estiba. Adecuada organización y separación entre materias primas y el producto procesado.	Tarimas a distancia no adecuada y de madera en materia prima. No hay área de producto rechazado.	0	1

Continuación apéndice 8.

		Área específica para productos rechazados.			
		ii) Puerta de recepción de materia prima a la bodega, separada de la puerta de despacho del producto procesado. Ambas deben estar techadas de forma tal que se cubran las rampas de carga y descarga respectivamente.	Se usan las mismas puertas.		
		iii) Sistema Primeras Entradas Primeras Salidas (PEPS)	Existe.		
		iv) Sin presencia de químicos utilizados para la limpieza dentro de las instalaciones donde se almacenan productos alimenticios.	Adecuado.		
		v) Alimentos que ingresan a la bodega debidamente etiquetados y rotulados por tipo y fecha.	Adecuado.		
)	<b>Vehículos autorizados por la autoridad competente.</b>	i) Vehículos adecuados para el transporte de alimentos o materias primas y autorizados.	No se cuenta con autorización.		
)	<b>Operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración.</b>	i) Deben efectuar las operaciones de carga y descarga fuera de los lugares de elaboración de los alimentos, evitando la contaminación de estos y del aire por	Usan las mismas puertas.	0	1

Continuación apéndice 8.

		los gases de combustión.			
)	<b>Vehículos que transportan alimentos refrigerados o congelados cuentan con medios para verificar y mantener la temperatura.</b>	i) Deben contar con medios que permitan verificar la humedad, y el mantenimiento de la temperatura adecuada.	NA	1	1
			AL 5	2	3
			<b>FIN DE LA GUÍA</b>		
			TOTAL	5	1
				1	00

Se evaluó cumplimiento de cada requerimiento indicado por Reglamento técnico centroamericano 67.01.33:06. (2006).

Fuente: elaboración propia.