



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO  
AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS DE DISTRIBUCIÓN  
MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA  
EL DESAYUNO.**

**Elsa Marisela Prado Flores**

Asesorado por el Ing. Marco Tulio Green Olmedo

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO  
AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS DE DISTRIBUCIÓN  
MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA  
EL DESAYUNO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**ELSA MARISELA PRADO FLORES**  
ASESORADO POR EL ING. MARCO TULIO GREEN OLMEDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA QUIMICA**

GUATEMALA, ABRIL DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Otto Raúl de León Paz
EXAMINADOR	Ing. José Manuel Tay Oroxon
EXAMINADOR	Ing. Manuel Gilberto Galván Estrada
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

### **ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS DE DISTRIBUCIÓN MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA EL DESAYUNO,**

Tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha dos de agosto de 2007.



Elsa Marisela Prado Flores

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala, 26 de septiembre de 2008

FACULTAD DE INGENIERÍA

Ingeniero  
Willians Guillermo Álvarez  
Director de Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero:

Le saludo cordialmente, el motivo de la presente es para informarle que he revisado y aceptado el informe final del trabajo de graduación de Elsa Marisela Prado Flores, que se identifica con carne universitario No. 1997-10782. Con el tema de tesis **"Elaboración de un plan de muestreo microbiológico ambiental de una planta de alimento de distribución masiva, encargada de producción de cereales para el desayuno"**.

Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente,

Ingeniero Químico Marco Tulio Green Olmedo  
No. De colegiado 1,135



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

---

Guatemala, 03 de Marzo de 2009  
Ref. EI.Q.078.2009

Ingeniero  
**Williams Guillermo Álvarez Mejía**  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería  
Presente.

Estimado Ingeniero Álvarez:

Como consta en el Acta TG-014-09-B-IF le informo que reunidos los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del informe final del trabajo de graduación, para optar al título de INGENIERA QUÍMICA a la estudiante universitaria **ELSA MARISELA PRADO FLORES**, identificada con carné No. **1997-10782**, titulado: **"ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTO DE DISTRIBUCIÓN MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA EL DESAYUNO"** el cual ha sido asesorado por el Ingeniero Químico Marco Tulio Green Olmedo, como consta en el Acta.

Habiendo encontrado el referido informe final **satisfactorio**, se procede a recomendarle autorice a la estudiante **Prado Flores** proceder con los trámites requeridos de acuerdo a normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Inga. Teresa Lisely de León Arana, M.Sc.

COORDINADORA

Tribunal que revisó el informe final  
Del trabajo de graduación



ESCUELA DE  
INGENIERÍA QUÍMICA

C.c.: archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

---

El Director de la Escuela de Ingeniería Química Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía, M.Sc. Después de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el trabajo de graduación de la estudiante **Elsa Marisela Prado Flores** titulado: **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS DE DISTRIBUCIÓN MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA EL DESAYUNO”**, procede a la autorización del mismo, ya que reúne rigor, coherencia y calidad requeridos.

Ing. Williams Guillermo Álvarez Mejía M.Sc.  
DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA



Guatemala, marzo de 2,009

C.c.: archivo



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MUESTREO MICROBIOLÓGICO AMBIENTAL DE UNA PLANTA DE ALIMENTOS DE DISTRIBUCIÓN MASIVA, ENCARGADA DE PRODUCCIÓN DE CEREALES PARA EL DESAYUNO**, presentado por la estudiante universitaria **Elsa Marisela Prado Flores**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop and a vertical stroke.

Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, marzo de 2009

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>DIOS</b>	A ti señor porque sin ti cualquier meta es una simple idea.
<b>TI VIRGENCITA</b>	Porque siempre acompañaste mi camino.
<b>MIS PAPAS</b>	Por su amor, esfuerzo y dedicación, y que este logro sea una recompensa a todos sus esfuerzos.
<b>MIS HERMANOS</b>	Por estar a mi lado por su admiración y respeto y porque los quiero mucho.
<b>MIS ABUELOS</b>	Por su cariño y paciencia. En especial a Trinidad Ordóñez.
<b>MI NOVIO</b>	Porque crees en mi, porque cuando me he querido rendir únicamente me has dado razones para no hacerlo.
<b>MIS AMIGOS</b>	Porque cada uno de ustedes llegó a mi vida, nunca me dejaron sola y me apoyaron por locas que fueron mis ideas.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XVII</b>

## **1. MARCO TEÓRICO**

1.1 Alimento	1
1.2 Intoxicación alimentaria	2
1.3 Cereales.	3
1.4 Causas principales de descomposición de alimentos.	3
1.5 Microbiología	4
1.5.1 Microorganismo como productores de alimentos	4
1.5.2 Microorganismo como agentes de deterioro de alimentos.	4
1.5.3 Microorganismos como agentes patógenos transmitidos por alimentos.	4
1.5.4 Microorganismos como índices o indicadores	7
1.5.5 Listeria Monocytogenes	7
1.5.6 Salmonella	8
1.5.7 Escherichia Coli	8
1.5.8 Coliformes totales	9

1.5.9	Mohos y levaduras	10
1.5.10	Recuento total aerobico	11
1.6	APPCC	11
1.6.1	Historia del sistema APPCC	12
1.6.2	Descripción del sistema APPCC	12
1.6.3	Siete principios de APPCC	13
1.6.4	Aplicación practica del sistema APPCC	14
<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
2.1	Metodología de la investigación	
2.1.1	Localización	15
2.1.2	Recursos humanos	16
2.2	Metodología experimental	
2.2.1	Sensibilización del proceso	17
2.2.2	Descripción de los productos elaborados	17
2.2.3	Determinación del uso al que ha de destinarse	18
2.2.4	Elaboración de un diagrama de flujo	18
2.2.5	Confirmación en piso del diagrama de flujo	18
2.2.6	Enumeración de todos los posibles riesgos relacionados con cada fase, ejecución de un análisis de peligros, y estudio de las medidas para controlar los peligros identificados	19
2.2.7	Determinación de los puntos para su control	20
2.2.8	Establecimiento de limites críticos para cada muestreo	23
2.2.9	Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada punto	24
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>25</b>
<b>4.</b>	<b>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>37</b>

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>53</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>59</b>
<b>APÉNDICE A. Programa de control de proveedores</b>	<b>61</b>
<b>APÉNDICE B. Límites microbiológicos máximos permitidos en los resultados</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Diagrama de flujo del proceso principal	67
2.	Diagrama de flujo del proceso de extrusión	68
3.	Diagrama de flujo del proceso de mezclas	69
4.	Diagrama de flujo del proceso de recubrimiento	70
5.	Diagrama de flujo del proceso de empaque	71

## TABLAS

I	Análisis de peligros	21
II	Escala utilizada para la medición de los riesgos	22
III	Cuantificación del nivel de riesgo para de condiciones constantes en la planta	22
IV	Cuantificación del nivel de riesgo para material primas	23
V	Cuantificación del nivel de riesgo para maquinaria y equipo	23
VI	Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso principal	25
VII	Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso de extrusión	26
VIII	Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en	

	superficies de contacto en el proceso de mezclas	27
IX	Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso recubrimiento	28
X	Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso de empaque	29
XI	Planificación anual de toma de muestras de agua	30
XII	Planificación anual de toma de muestras de superficies inertes	31
XIII	Planificación anual de toma de muestras de superficies de contacto directo con el producto	32
XIV	Planificación anual de toma de muestras de ambientes	33
XV	Planificación anual de toma de muestras de manos de personal operativo	34
XVI	Planificación anual de toma de muestras de producto terminado	35
XVII	Especificaciones para agua potable	63
XVIII	Especificaciones para superficies de no contacto	63
XIX	Especificaciones para superficies de contacto	64
XX	Especificaciones para medio ambiente	64
XXII	Especificaciones microbiológicas para producto terminado	65

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro cuadrado.
<b>E. Coli</b>	Escherichia coli.
<b>APPCC</b>	Análisis de peligro y puntos críticos de control.
<b>NPM</b>	Número más probable.
<b>RAT</b>	Recuento total anaerobio.
<b>UFC</b>	Unidades formadoras de colonias.



## GLOSARIO

<b>Bacilo</b>	Bacteria que tiene forma de bastoncillo.
<b>Carbohidrato</b>	Polihidroxi aldehído o cetona. Los carbohidratos pueden ser azúcares simples como la glucosa o azúcares complejos como la celulosa.
<b>Endógeno</b>	Producido dentro, por causas internas.
<b>Energético</b>	Capacidad para producir un efecto, realizar un trabajo, esfuerzo, etc.
<b>Biótico</b>	Que posee vida o se deriva de los seres vivos.
<b>Exógeno</b>	Debido a causa externa. Crecimiento mediante adiciones a las superficies externas.
<b>Calidad</b>	Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos deseables.
<b>Idoneidad</b>	Que tiene buena disposición, aptitud o suficiencia para algo.
<b>Infección</b>	Invasión de un huésped por organismos como bacterias, hongos, virus, protozoarios insectos con

o sin producción de enfermedad manifiesta.

<b>Inocuo</b>	Que no hace daño.
<b>Inofensivo</b>	Que no puede causar daño ni molestia.
<b>Intoxicación</b>	Poner veneno dentro. Envenenamiento por ciertos alimentos contaminados con toxinas bacterianas o ciertas toxinas vivas.
<b>Nocivo</b>	Dañoso, perjudicial u ofensivo.
<b>Pasteurización</b>	Esterilización de líquido según el procedimiento de Luis Pasteur.
<b>Patógeno</b>	Que produce o es capaz de producir enfermedad por lo general es un agente vivo.
<b>Proteínas</b>	Péptido grande que contiene cinco o más residuos de aminoácidos. Las proteínas sirven como material estructural y como enzimas que controlan la química del organismo.
<b>Protoplasma celular</b>	Estructura rígida y porosa que forma una capa externa y proporciona soporte estructural a bacterias y hongos y células vegetales.
<b>Protoplasma celular</b>	Estructura rígida y porosa que forma una capa

externa y proporciona soporte estructural a bacterias y hongos y células vegetales.

**Sustancia**

Forma de materia que tiene una composición definida o constante y propiedades que la distinguen.

**Ubicuidad**

Calidad que se concentra en todas partes.



## RESUMEN

La inocuidad alimentaria ha tomado auge como realidad y reto mundial estimulado un interés destacable en el desarrollo de sistemas de calidad convincentes y eficientes, que promuevan la inocuidad de los alimentos a fin de evitar enfermedades de origen alimentaria. En vista de los incrementos alarmantes que se han dado estadísticas de enfermedades transmitidas por alimento a nivel mundial. Dada la necesidad de producir cereales libres de contaminación microbiológica en una empresa que produce cereales para el desayuno listos para servir, se realizó el análisis de proceso de elaboración a fin de encontrar los posibles puntos de contaminación microbiológica y establecer frecuencias, límites y formas de toma de muestras.

El objetivo del presente trabajo de investigación es realizar un plan de muestreo microbiológico ambiental por medio del cual se soporten los procedimientos de limpieza y sanitización en una planta alimenticia de una planta de cereales para el desayuno cuyo porcentaje de humedad es menor al 10%, por medio del cual se asegure la disponibilidad de alimentos inocuos producidos según normas nacionales , bajo un sistema higiénico-sanitario aceptable, regulado legal y microbiológicamente, destinados para el consume humano. La propuesta contiene a detalle la identificación de superficies que por el riesgo que representan será necesario monitorear, la frecuencia con la que se realizara el monitoreo, esta propuesta también incluye muestreo de producto terminado conciente de que el análisis microbiológico en alimentos no tiene carácter preventivo sino correctivo y sirve como medida de control cuya base fundamental es la valoración de la carga microbiana.

Se realizó la determinación de las áreas involucradas en el proceso productivo y de empaque de cereales, con esta sensibilización se logro identificar los diferentes procesos que intervienen y su división por etapas. Con esto se evaluó riesgos de contaminación microbiológica dependiendo del nivel de riesgo que representan en el proceso productivo, tomando en cuenta: la capacitación de buenas prácticas de manufactura del personal operativo, uniforme, medio ambiente, edificio y condiciones de almacenamiento como aspectos generales. Para el caso de materias primas se evaluó el riesgo en función de: empaque, certificado de calidad, manipulación del personal. Para el caso de maquinaria y equipo el nivel de riesgo se midió en función de: equipo, condiciones de limpieza y nivel de exposición.

Los límites máximos permitidos para los análisis microbiológicos de superficies que mantienen contacto directo con el producto, superficies que no mantienen contacto con el producto, ambiente, agua y producto terminado están dados en las normas de regulación microbiológica, tal es el caso de COGUANOR, el Reglamento Centroamericano y Narrativa española.

Del análisis realizado se obtuvo que las áreas posteriores a las etapas de calor en el proceso principal y de recubrimiento, el nivel de riesgo que representan para el proceso de elaboración de cereales es considerable por lo que serán los focos de atención a monitorear en este plan.

## OBJETIVOS

### General:

- Diseñar un plan de muestreo microbiológico ambiental, por medio del cual se soporten los procedimientos de limpieza y sanitización en una planta alimenticia, de cereales para el desayuno, cuyo porcentaje de humedad es menor al 10%, por medio del cual se asegure la disponibilidad de alimentos inocuos, producidos según normas nacionales, bajo un sistema higiénico-sanitario aceptable, regulado legal y microbiológicamente, destinados para el consumo humano.

### Específicos:

1. Determinar las áreas que se necesitan evaluar.
2. Establecer los microorganismos patógenos más probables debido a las condiciones de operación en la planta.
3. Conocer las normas específicas que regulan: la elaboración de cereales y las condiciones de los espacios físicos, en una planta de alimentos.
4. Establecer un proceso analítico de toma de muestras y análisis final de producto terminado.



## INTRODUCCIÓN

El aseguramiento de la calidad de los productos debe de ir avanzando cada día, de tal forma que se implementan sistemas y programas para alcanzar las metas de inocuidad.

Debido a las múltiples enfermedades que se pueden transmitir por medio de los alimentos, y que esto constituye uno de los principales problemas de salud pública en la mayoría de los países. La OMS (Organización Mundial de la Salud), define estas enfermedades como “aquellas que a la luz de los conocimientos actuales, pueden ser atribuidas a un alimento específico, o a su contaminación a través de recipientes o bien en el proceso de preparación y distribución”. Los microorganismos causantes de trastornos alimentarios son mayoritariamente, de origen exógeno, es decir proceden de contaminaciones ocurridas durante la obtención o el procesado de los alimentos. La ingestión de estos alimentos puede originar dolencias provocadas por organismos patógenos, tales como bacterias, virus, hongos, parásitos o componentes químicos, que se encuentran en su interior.

Para asegurarse que la preparación industrial de los alimentos confiere de forma constante a los productos la calidad y la higiene buscadas, el fabricante utiliza procedimientos modernos de control de calidad. Las prácticas de elaboración adecuadas garantizan una calidad y una higiene consistente. El procedimiento basado en el análisis de los riesgos a través de los aspectos de control importantes (APPCC, análisis de peligros y puntos críticos de control) se concentra en la prevención de errores en el propio proceso de preparación, lo que elimina por adelantado todo posible riesgo de contaminación.

Los microorganismos son los mayores causantes de enfermedades e intoxicaciones en los seres humanos. Su presencia es tan común que se encuentran casi en cualquier lugar donde puedan tener fuente de energía, temperatura y humedad adecuada para su desarrollo, como lo puede ser la mayoría de los alimentos para consumo humano. La contaminación por microorganismos en las plantas de alimentos es un riesgo presente en todo momento, ya que por lo general mantienen las condiciones ideales para el desarrollo de microorganismos.

La importancia de este plan radica en la necesidad de asegurar la disponibilidad de alimentos inocuos elaborados bajo un sistema higiénico sanitario aceptable, con fundamentos legales destinados para el consumo humano. El programa de microbiología se especializa en garantizar el control de la inocuidad e higiene de los alimentos, a tal punto que representa una de las bases para la implementación del sistema APPCC.

Es por eso que este plan se enfoca en el programa de control microbiológico en una planta procesadora de cereales para el desayuno. El cual será diseñado y estructurado de manera que se establezcan frecuencias de muestreo y monitoreos.

# 1 MARCO TEÓRICO

## 1.1. Alimento

Toda sustancia capaz de nutrir, proporcionando a nuestro organismo el material plástico para la formación del protoplasma celular y el material energético de la sustancia viviente de nuestros tejidos y nuestras células necesitan, sin el cual la temperatura corporal no puede mantenerse a un nivel constante.

No todos los alimentos pueden consumirse crudos como la fruta y ciertas verduras, porque la mayor parte de ellos necesitan una manipulación particular la cocción y el condimento. Por el cocimiento muchos alimentos se hacen más apetitosos y por lo tanto más digeribles, ya que el apetito tiene una importancia fundamental en el proceso digestivo. El condimento se añade al alimento no para acrecentar su poder nutritivo, sino únicamente para hacerlo mas grato al paladar. Los principios nutritivos fundamentales:

1. Proteínas: Escasean en las legumbres verdes, en el arroz y en la avena.
2. Carbohidratos o hidratos de carbono: Abundan en los cereales y derivados (harina, pasta pan, polenta, etc.); azúcares y sustancias dulces; arroz, cebada, avena, centeno; patatas, castañas; habas, guisantes, lentejas pastelería, confituras, chocolate y cerveza.
3. Colesterina: Escasea en la leche descremada y en los alimentos vegetales en general.
4. Acido fosfórico: abunda en los pescados, carnes, interiores de animales, leches lecitinos, quesos huevos, espinacas y cereales.

5. Celulosa (sustancia no digerible que forma la envoltura de los vegetales): abunda en las semillas de los cereales, en las diversas frutas y vegetales en general.

Los alimentos como vehículos de propagación de enfermedades presentan siempre microorganismos en su superficie o en su interior. Estos microorganismos pueden ser, atendiendo a su origen, endógenos (ya presentes en el interior de las estructuras del alimento donde pueden provocar zoonosis, enfermedades animales no transmisibles al hombre y enfermedades vegetales no transmisibles al hombre) o exógenos (se incorporan al alimento durante su manipulación y procesado); y, atendiendo a su relación con el consumidor, pueden ser agentes patógenos o alterantes (saprófitos). Los agentes endógenos o son inocuos (patógenos de plantas) o son eliminados en mataderos (animales enfermos) o durante el procesado (pasteurización). (1)

## **1.2. Intoxicación alimentaria**

Una propiedad característica que comparten las bacterias que causan intoxicación alimentaria (también denominada envenenamiento alimentario) es su ocurrencia con características de ubicuidad. Como resultado, ciertos alimentos se deben considerar como contaminados con bacterias productoras de toxinas y, por ende, se debe dar un manejo especial para mantenerlas en condiciones adecuadas de seguridad para el consumo.

Las enfermedades de origen alimentario, incluidas las intoxicaciones e infecciones alimentarias, son términos que se aplican a todas las enfermedades

que se adquieren por consumo de alimentos contaminados. Las causas mas frecuentes de intoxicaciones de origen alimentario son:

1. Toxinas elaboradas por proliferación bacteriana en los alimentos antes de su consumo o en los intestinos.
2. Infecciones por bacterias, virus o parásitos.
3. Toxinas producidas por especies de algas nocivas, o las que causan especies específicas de peces.

### **1.3. Cereales**

Deriva del nombre de la diosa romana del grano o de la cosecha CERES. Son las semillas de los pastos. Las plantas de las que provienen los cereales son: el trigo, arroz, maíz, avena, centeno y cebada. (3)

### **1.4. Causas principales de descomposición de alimentos**

Las causas principales de descomposición de alimentos incluyen las siguientes:

- Crecimiento y actividad de microorganismos, especialmente bacterias, mohos y levaduras.
- Actividad enzimática de los mismos alimentos.
- Insectos parásitos y roedores.
- Temperaturas tanto altas como bajas.
- Humedad y sequedad.
- Aire y particularmente, el oxígeno.

- La luz.
- El tiempo. (6)

## **1.5. Microbiología**

Microbiología es el estudio de los microorganismos y sus actividades, su forma estructura, reproducción, fisiología, metabolismo e identificación. (7)

La microbiología de los alimentos trata de los procesos en los que los microorganismos influyen en las características de los productos de consumo alimenticio humano. Se pueden distinguir cuatro aspectos diferentes en la microbiología de alimentos:

1. Los microorganismos como productores de alimentos
2. Los microorganismos como agentes de deterioro de alimentos
3. Los microorganismos como agentes patógenos transmitidos por alimentos.

### **1.5.1. Microorganismos como productores de alimentos**

Desde los tiempos históricos más remotos se han utilizado microorganismos para producir alimentos. Los procesos microbianos dan lugar a alteraciones en los mismos que les confieren más resistencia al deterioro o unas características organolépticas (sabor, textura, etc.) más deseables.

### **1.5.2. Microorganismos como agentes de deterioro de alimentos**

Se considera alimento deteriorado aquel dañado por agentes microbianos, químicos o físicos de forma que es inaceptable para el consumo humano. El deterioro de alimentos es una causa de pérdidas económicas muy importantes. Los agentes causantes de deterioro pueden ser bacterias, mohos y levaduras; siendo bacterias y mohos lo más importantes.

### **1.5.3. Microorganismos como agentes patógenos transmitidos por alimentos**

Ciertos microorganismos patógenos son potencialmente transmisibles a través de los alimentos. En estos casos, las patologías que se producen suelen ser de carácter gastrointestinal, aunque pueden dar lugar a cuadros más extendidos en el organismo.

Las patologías asociadas a alimentos pueden aparecer como casos aislados, cuando el mal procesamiento del alimento se ha producido a nivel particular; pero suelen asociarse a brotes epidémicos más o menos extendidos en el territorio. Las patologías asociadas a transmisión alimentaria pueden ser de dos tipos:

1. infecciones alimentarias producidas por la ingestión de microorganismos

2. intoxicaciones alimentarias producidas como consecuencia de la ingestión de toxinas bacterianas producidas por microorganismos presentes en los alimentos.

En cualquier caso, para que se produzca una toxiinfección es necesario que el microorganismo haya producido:

1. suficiente número para colonizar el intestino.
2. suficiente número para intoxicar el intestino.
3. cantidades de toxina significativas.

Los tipos de microorganismos patógenos con importancia alimentaria comprenden bacterias, protozoos y virus, en el caso de las infecciones alimentarias, bacterias y hongos (mohos) en el caso de las intoxicaciones.

Infección causada por bacterias: para que esta se de es necesario que el microorganismo presente un rango de temperaturas de crecimiento compatible con la temperatura corporal de los organismos superiores (40°C). Esto es la causa de que patógenos vegetales no sean patógenos animales y que la mayoría de psicrófilos y psicrótrofos no sean de gran relevancia en patología.

Actividad de los virus: un virus será patógeno únicamente en el caso de que las células animales presenten los receptores necesarios para que el virus pueda adsorberse a ellas. Esta es la razón por la que hay especificidad de reino entre virus animales, vegetales y bacterianos sin infecciones cruzadas entre reinos.

#### **1.5.4. Microorganismos índices e indicadores**

Microorganismo índice es aquél cuya presencia alertar de la posible presencia de un microorganismo patógeno relacionado ecológicamente con él. (Ej.: E. coli índice de S. typhi). Mientras que microorganismo indicador es aquel cuyo número indica un tratamiento inadecuado o una contaminación posterior del alimento analizado. (5)

#### **1.5.5. Listeria monocytogenes**

Bacilo pequeño, gram positivo, móvil, anaerobio facultativo. Es fundamentalmente un patógeno animal y muchas infecciones humanas se adquieren por el contacto con aves y animales domésticos, en leche cruda de vacas infectadas. También se ha aislado de desechos biológicos, agua y aguas negras.

Las infecciones causadas por Listeria monocytogenes más comúnmente presentadas son meningitis bacteriana en los receptores de transplante renal. Puede causar: endocarditis, uretritis, conjuntivitis y abortos pero la mayoría de las infecciones se presentan en el recién nacido. (4)

### **1.5.6. Salmonella**

Grupo grande de bacilos gram negativos. El reservorio primario para la salmonella es el tubo intestinal de animales incluyendo: aves, animales de granja y reptiles. Los humanos se infectan a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados. El agua se contamina por la introducción de heces de cualquier animal que excrete salmoneras.

La infección por vía de los alimentos resulta de la ingestión de carne contaminada o por manos sucias, las cuales actúan como intermediarios en la transferencia de salmonella de una fuente infectada. Así también, la manipulación de perros o gatos infectados puede dar por resultado la contaminación con salmonella, y debido a que los humanos pueden ser portadores sintomáticos de salmonella, los manipuladores de alimentos que estén infectados, también son responsables de la diseminación de estos organismos.

Los síntomas de intoxicación con salmonella, se presentan de 10 a 28 horas después de ingerir alimentos contaminados y se caracteriza por: cefaleas, dolor abdominal, náusea, vómito y diarrea que puede continuar por dos a siete días. (4)

### **1.5.7. Escherichia Coli**

Es parte de la flora normal del tubo intestinal, es capaz de causar diarrea moderada a severa en seres humanos y animales. La enfermedad puede variar

de una enfermedad moderada con varios días de heces líquidas hacia una enfermedad grave y fatal, similar al cólera.

Las enfermedades provocadas por este microorganismo se diseminan por la vía fecal-oral y se adquiere por ingestión de aguas y alimentos contaminados con excremento. (4)

#### **1.5.8. Coliformes totales**

Organismos gram negativos facultativos no formadores de esporas que producen ácido y gas a partir de la lactosa. Se manejan de manera especial como indicadores de la calidad sanitaria de agua y alimentos. (4).

Los coliformes pueden aislarse con regularidad de la materia fecal humana y de animales de sangre caliente. Los organismos coliformes tienen facilidad para entrar en contacto con los alimentos crudos de origen animal o vegetal, predisposición que se incrementa si además el saneamiento ambiental es pobre. La actividad de los coliformes cuando se presentan en gran cantidad conduce a productos de deficiente calidad e incluso alterados, con sabor amargo resultante de su acción proteolítica.

El empleo de los organismos coliformes como indicadores de la contaminación fecal en el agua se fundamenta para fines de control sanitario en las siguientes condiciones: Estos microorganismos existen de manera constante en la materia fecal. Solo una proporción discreta de bacterias que satisfacen la definición de organismo coliforme no son huéspedes normales en el intestino. No se multiplican en aguas limpias o relativamente limpias. En agua

expuesta a contaminación fecal, existen siempre en proporción de miles de veces superior a la de las bacterias patógenas que eventualmente pudieran estar presentes. Tienden a morir en el agua a un ritmo semejante al de las bacterias patógenas intestinales.

Su recuento en el laboratorio es de fácil ejecución y no requiere equipo y material sofisticado.

### **1.5.9. Mohos y Levaduras**

Una variedad de hongos microscópicos pueden contaminar y desarrollarse en los alimentos o simplemente permanecer en ellos y adquirir un significado especial desde el punto de vista económico o sanitario. La importancia del estudio está ampliamente justificada como puede advertirse lo siguiente:

- Su presencia en alimentos es indicativa de prácticas higiénicas defectuosas durante la obtención o almacenamiento. Al desarrollarse en los alimentos dan lugar a cambios indeseables en su aspecto, consistencia, color, etc.
- Se conoce el papel de las esporas de muchos hongos que provocan infecciones respiratorias y dermatológicas de tipo alérgico. Los productos agrícolas suelen encontrarse naturalmente contaminados, y durante el procesamiento y conservación de los alimentos la exposición al polvo o a la tierra se traduce por regla general en una abundante contaminación por hongos y levaduras.

Al desarrollarse sobre los alimentos, los hongos dan lugar a cambios físicos y químicos que llegan a traducirse en una descomposición o alteración a veces aparatosa. (2).

#### **1.5.10. Recuento total aeróbico**

A este grupo pertenecen una variedad amplia de microorganismos, con capacidad de proliferación a 20°C y 37°C. Su análisis se propone en la microbiología sanitaria con los siguientes objetivos:

- Como indicador de la posible presencia de agentes patógenos.
- Como indicador del valor comercial del alimento.
- Como indicador de las condiciones higiénicas en que ha sido manejado el producto.
- Como indicador de la idoneidad de un ingrediente crudo que se va a incorporar a un alimento.
- Para seguir la eficacia de un proceso germicida o de preservación.
- Para predecir la vida anaquel de un producto. (2)

#### **1.6. APPCC**

Análisis de peligros y puntos críticos de control; es un sistema lógico, simple, efectivo y estructurado para control de la seguridad de los alimentos.

### **1.6.1. Historia del sistema APPCC**

Se desarrolló en los años sesenta como parte del programa espacial de Estados Unidos. El gobierno debía asegurarse de que los alimentos no hicieran daño ni enfermaran a los astronautas en el espacio. Querían alimentos completamente libres de bacterias patógenas, toxinas, compuestos químicos y peligros físicos que les pudieran causar enfermedades o lesiones.

Como resultado, se desarrolló el plan APPC como un plan que se pudiera seguir, para eliminar estos posibles peligros y producir los alimentos más seguros posibles.

### **1.6.2. Descripción del sistema APPCC**

Se basa en principios técnicos y científicos que se aplican con sentido común a la producción de alimentos de principio a fin. En el sistema APPCC se identifican peligros físicos, químicos y biológicos que puedan causar enfermedades o lesiones a quien coma el alimento que se elabora. Se toman medidas de prevención para eliminar los peligros, antes que se presenten.

Los principios de APPCC se aplican en todas las fases de producción de alimentos, que son de producción agrícola, preparación y manejo de cosechas, procesamiento de los alimentos, servicio de restaurantes, sistemas de distribución e incluso el manejo y la preparación del alimento en el hogar del consumidor.

APPCC no es un sistema independiente de seguridad de alimentos; es una parte de un programa completo de seguridad de alimentos. El programa APPCC estudia factores de control de los ingredientes, el producto y el proceso para poder elaborar el alimento de manera segura.

**A** análisis de  
**P** peligros y  
**P** puntos  
**C** críticos de  
**C** control

### **1.6.3. Siete principios de APPCC**

APPCC es un sistema que se compone de siete principios básicos. Se usan para desarrollar un plan que evite la contaminación de los alimentos. Para cumplir con estos principios se tiene que seguir cada uno de los siguientes planes paso por paso

1. Análisis de peligros – Preparar una lista de pasos en el proceso donde haya peligros biológicos, químicos o físicos y medidas preventivas para evitar, eliminar o reducir cada peligro hasta un nivel de seguridad aceptable.
2. Puntos críticos de control – Identificar un punto, un paso o un procedimiento en el proceso durante el cual se pueda controlar un peligro de seguridad del alimento.
3. Límites críticos: Establecer máximos y mínimos de seguridad para un peligro en el punto crítico de control identificado, para prevenir, eliminar o reducir el peligro hasta un nivel aceptable de seguridad. Si un producto sobrepasa el límite crítico, se considera peligroso para el consumo.

4. Vigilancia: Hacer observaciones o mediciones en el proceso para determinar si se está controlando un punto crítico de control.
5. Acciones correctivas: Establecer y poner en práctica un procedimiento que se debe seguir cuando se sobrepasa un límite crítico. Una acción correctiva indica al operador que debe hacer si algo sale mal.
6. Registros: Desarrollar y mantener registros para documentar el sistema APPCC. La compañía mantiene registros para comprobar que el alimento se ha elaborado de una manera segura.
7. Verificación: Establecer y poner en práctica actividades para verificar la eficacia del plan APPCC y comprobar que el sistema se lleva a cabo correctamente.

#### **1.6.4. Aplicación práctica del sistema APPCC**

En el desarrollo de un plan APPCC hay varias tareas que deben completarse antes de que se puedan poner en práctica los siete principios del APPCC. Se debe formar un grupo de empleados encargados de APPCC. Estas personas serán responsables de desarrollar, poner en práctica y mantener el sistema APPCC. El grupo se compone de personas que tienen conocimiento específico y experiencia en los productos y procesos de la compañía. (5)

## **2 MARCO METODOLÓGICO**

### **Metodología de la investigación**

#### **Localización**

- Se analizó el proceso productivo de una empresa dedicada a la elaboración de cereales para el desayuno ubicada en Guatemala.
- La investigación se realizó en las instalaciones de la empresa.
- La determinación de los puntos a incluir dentro del monitoreo mensual se realizó evaluando las diferentes áreas involucradas en todos los procesos de elaboración y empaque de cereales, durante la operación y durante limpiezas de equipo.
- Se determinó los microorganismos más probables para cada proceso específico, con base a las condiciones ambientales y materiales involucrados.
- Los parámetros de aceptación de los resultados están dados por normativas microbiológicas de los diferentes países.

## **Recursos humanos**

- Investigadora Elsa Marisela Prado Flores
- Asesor Ing. Químico Marco Tulio Green Olmedo
- Revisor Ing. Químico Carlos Wong
- Colaboradores Personal operativo de la planta  
Supervisores de producción  
Supervisor del departamento de calidad  
Gerente de calidad de la empresa

## **Metodología experimental**

### **Sensibilización del proceso**

Conocer y entender la operación de todos los equipos que intervienen en el proceso de elaboración de cereales, determinar qué áreas serán incluidas dentro de esta planificación y cuáles son los peligros potenciales más importantes.

### **Descripción de los productos elaborados**

Los productos elaborados en la empresa son: cereales para el desayuno listos para servir. Que pueden derivar de diferentes materiales, que pueden ser granos como es el caso del arroz y el maíz y harinas. Estos productos mantienen una humedad menor a 5% en el producto terminado y listo para empacar, sujetos a exposición a elevadas temperaturas por espacios considerables de tiempo. Este producto se proveerá de tres barreras de protección, la primera es una barrera de polietileno, la segunda una barrera de cartón y la tercera barrera es la barrera de corrugado.

### **Determinación del uso al que ha de destinarse**

El uso del producto procesado y empacado será consumo como alimento a personas de todas las edades a partir de un año de vida.

### **Elaboración del diagrama de flujo**

Se realizó el diagrama de flujo de todos los procesos de elaboración de cereales, en el cual se incluyen las diferentes etapas que conforman cada proceso específico.

### **Confirmación en piso del diagrama de flujo**

Se realizó la confirmación del diagrama de flujo en el piso, tanto en operación como durante los procedimientos de limpieza, a fin de ubicar los lugares que presentan mayor riesgo de contaminación microbiológica durante la operación, así como durante los procedimientos de limpieza a fin de incluir dentro de este plan las superficies que permiten el resguardo de mayor suciedad durante la operación y los lugares que presentan mayor dificultad para ser limpiados.

**Enumeración de todos los posibles riesgos  
relacionados con cada fase, ejecución de un  
análisis de peligros, y estudio de las medidas  
para controlar los peligros identificados**

Se enumeró todos los peligros que puede razonablemente preverse que se producirán en cada etapa de cada proceso, incluyendo descargas de materia prima, la equipo de elaboración de cereales y empaque del producto. Esto incluye: Superficies de contacto directo, superficies inertes, manos de personal, muestreo de agua y muestreo de producto terminado.

Se realizó el análisis de peligros para identificar, cuáles son los peligros cuya eliminación o reducción a niveles aceptables resulta indispensable, por su naturaleza, para producir un alimento cuya carga microbiana se encuentre dentro de los límites establecidos en las diferentes normas que aplican para cereales.

Al realizarse el análisis de peligros se incluyo los siguientes factores:

- Si existe peligro de contaminación microbiológica
- Se especifico si es peligro de contaminación es por bacterias o toxinas
- Los microorganismos más probables
- Si representa un peligro microbiológico las causas del riesgo
- Si dentro del proceso es posible la eliminación o el control del peligro.

Las superficies a analizar son:

- Superficies de contacto directo con el producto. Todas estas áreas son áreas del proceso que tienen contacto con el producto, estas áreas se sanitizan antes de cada proceso y es preciso validar que la limpieza cumpla con las normas por ello se analizarán tanto en proceso como antes de su arranque.
- Superficies de no contacto con el producto, como: reposaderas y paredes. Es preciso incluir dentro del muestreo estas áreas debido a que son las únicas dentro del proceso en las que se resguarda agua, y/o suciedad acumulada.
- Manos de personal, se deberá incluir a todos los grupos de personal dentro de este muestreo, se cubrió esta necesidad de calendarizando el muestreo en fechas amigables, a fin de rotar cada mes el grupo de personas muestreadas.
- Producto terminado, se deberá tomar una muestra representativa de los lotes producidos.

### **Determinación de los puntos para su control**

La información que se determinó en el paso anterior necesaria para cada etapa, se determinó los puntos que representan mayor peligro de contaminación microbiológica para superficies de contacto directo con el producto, de este análisis también fue posible la determinación de las ubicaciones de las tomas de agua para análisis microbiológico.

**Tabla I. Análisis de peligros**

<b>Nombre de la etapa</b>	Ingredientes	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Equipo	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
<b>Nombre de la etapa</b>	Ingredientes	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Equipo	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
<b>Nombre de la etapa</b>	Ingredientes	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Equipo	Nivel de riesgo	Peligro microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?

En la tabla anterior, se realiza la determinación de los análisis de superficies de contacto directo con el producto en función del nivel de riesgo. Esta medición se realizó tomando en cuenta todos los aspectos que dentro de las diferentes etapas de cada proceso pueden convertirse en un riesgo de contaminación microbiológica. La medición se realizó en función de la calificación de cada condición con base a la tabla de cuantificación de riesgos.

**Tabla II. Escala utilizada para la medición de los riesgos**

<b>Evaluación del riesgo</b>	<b>Observaciones</b>
2	Nivel de riesgo microbiológico alto
1	Nivel de riesgo microbiológico medio
0	Nivel de riesgo microbiológico nulo

Se realizó el análisis de riesgo para los aspectos generales que implican toda la planta y que sus valores son constantes en cada área, para de esta manera calificar únicamente los que varían de etapa en etapa. El análisis de riesgos de condiciones de la planta en general se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla III. Cuantificación del nivel de riesgo para de condiciones constantes en la planta**

<b>Riesgo evaluado</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Observaciones</b>
Buenas practicas de manufactura			X	Se cuenta con capacitación periódica de buenas practicas y programas pre-requisitos HACCP y se monitorean con auditorias de buenas practicas de manufactura y auditorias de sanidad mensuales
Uniforme			X	Se cuenta con uniforme en cantidades que permiten el cambio diario del mismo, se restringe el ingreso del personal con uniforme desde la calle.
Medio ambiente			X	Todos los ingresos a la planta se encuentran protegidos con exclusas, el aire inyectado a la planta se hace pasar a través de dos filtros.
Edificio			X	Los techos, paredes y pisos son de fácil limpieza, no presentan grietas. No existen ventanas en las instalaciones de la planta.
Condiciones de almacenamiento			X	Las bodegas de almacenamiento tanto de materia prima como de producto terminado no permiten el ingreso de agua hasta ellas, los materiales son estibados sobre tarimas, de manera que no permiten contaminación cruzada y su utilización según PEPS.

En cada proceso se separó por etapas y cada etapa se separó por ingredientes y por equipo involucrado, el análisis de riesgo se realizó tomando

en cuenta diferentes características para estos dos últimos, las cuales se presentan a continuación:

**Tabla IV. Cuantificación del nivel de riesgo para material primas**

<b>Materias primas</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Observaciones</b>
Empaque				
Certificado de calidad				
Manipulación del personal				

**Tabla V. Cuantificación del nivel de riesgo para maquinaria y equipo**

<b>Equipo</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>Observaciones</b>
Equipo				
Condiciones de limpieza				
Nivel de exposición				

### **Establecimiento de límites críticos para cada punto de muestreo**

Los límites permitidos de presencia de microorganismos en producto terminado, agua y superficies inertes los establecen las normativas de los diferentes países para este caso en particular se tomo referencia de las siguientes normativas:

- Norma guatemalteca obligatoria agua potable, COGUANOR. NGO 29.001.98. Publicado en el Diario Oficial del 4 de agosto de 2000

- Reglamento técnico centroamericano NSO RTCA 67.04.50:08
- Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario Fecha de actualización: enero de 2007
- Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano (Proyecto de actualización de la rm n° 615-2003 sa/dm)

### **3.9 Establecimiento de un sistema de vigilancia para cada punto**

La vigilancia es la medición u observación programadas de un punto de control en relación con sus límites críticos. Mediante el muestreo microbiológico mensual de los puntos de vigilancia se deberá detectar una pérdida de control en los procesos.

La vigilancia continua de los posibles puntos de contaminación, deberán ser suficientes como para garantizar que el proceso esté controlado.

### 3 RESULTADOS

**Tabla VI. Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso principal**

	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	<b>Cocimiento</b>	Maíz	0+0+1 = 1	No	Micotoxinas, RAT elevado, coliformes, mohos y levaduras	Humedad, actividad de agua
Arroz		0+0+1 = 1	No	RAT elevado, coliformes, mohos y levaduras	Contaminación de origen	Si, en el horneo
Vitaminas termolábiles		1+0+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, en el horneo
Minerales		1+0+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, en el horneo
<b>Equipo</b>		<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Riesgo microbiológico</b>	<b>Microorganismos mas probables</b>	<b>Causa</b>	<b>Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?</b>
Marmitas de preparación de jarabe		0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, en el horneo
Elevador de cangilones		0+0+1 = 1	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, en el horneo
Tornillo sin fin		0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, en el horneo
Olla de cocimiento		0+0+0 = 0	No	---	Elevadas temperaturas	---
Banda transportadora		0+0+2 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, en el horneo
<b>Secado</b>	---	---	---	---	---	---
	<b>Equipo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Riesgo microbiológico</b>	<b>Microorganismos mas probables</b>	<b>Causa</b>	<b>Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?</b>
	Secador de tres etapas	1+0+0 = 1	No	---	Elevadas temperaturas	---
	Transporte neumático	1+1+0 = 2	No	---	Elevadas temperaturas	---
<b>Horneo</b>	---	---	---	---	---	---
	<b>Equipo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Riesgo microbiológico</b>	<b>Microorganismos mas probables</b>	<b>Causa</b>	<b>Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?</b>
	Horno giratorio	0+0+0 = 0	No	---	Elevadas temperaturas	---
	Bandas transportadoras	0+1+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No
<b>Aplicación de vitaminas termosensibles</b>	---	---	---	---	---	---
	<b>Ingredientes</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Riesgo microbiológico</b>	<b>Microorganismos mas probables</b>	<b>Causa</b>	<b>Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?</b>
	Vitaminas termolábiles	1+0+2 = 3	No		Sistema de pesaje, contaminación de origen	No
	Agua como ingrediente	2+2+2 = 6	Si		Utilización de agua no tratada	No
	<b>Equipo</b>	<b>Nivel de riesgo</b>	<b>Riesgo microbiológico</b>	<b>Microorganismos mas probables</b>	<b>Causa</b>	<b>Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?</b>
	Banda vibratoria	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo residencia, Limpieza no efectiva	No
	Marmita de preparación de vitaminas	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Temperatura de operación	No
Sistema de aplicación de vitaminas (aspersión)	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	
Elevador de cangilones	1+1+0 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	
Depositos de almacenamiento	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	

**Tabla VII. Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso de extrusión**

Mezclado	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Harina	0+0+1 = 1	No	Micotoxinas	Humedad, condiciones de almacenamiento de los materiales	Micotoxinas no. Bacteriana si en el tornillo y en recubrimiento.
	Vitaminas termolábiles	1+0+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, extrusión y recubrimiento
Mezclado	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Tolva de aplicación	1+0+0 = 1	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, extrusión y recubrimiento
	Tanque mezclador	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, extrusión y recubrimiento
Extruido	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Agua	2+2+0 = 4	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Utilización de agua no tratada	Si, recubrimiento
	Colorantes	1+0+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, recubrimiento
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Tornillo transportador	1+0+0 = 1	No	---	---	---
Molde	1+0+0 = 1	No	---	---	---	
Traslado de producto	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	---	---	---	---	---	---
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
Bandas transportadoras	1+1+0 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, recubrimiento	
Elevador de cangilones	1+1+0 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, recubrimiento	

**Tabla VIII. Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso de mezclas**

Recopilación de ingredientes	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Hojuelas de maiz	1+1+1 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminacion luego de la etapa de horneado	Si, recubrimiento
	Arroz horneado	1+1+1 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminacion luego de la etapa de horneado	Si, recubrimiento
	All bran	1+1+1 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminacion luego de la etapa de horneado	Si, recubrimiento
	Avena en escamas	1+1+1 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminacion de origen	Si, recubrimiento
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
Tolvas de recopilacion de producto	1+0+0 = 1	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, recubrimiento	
Etapa de mezclado	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	---	---	---	---	---	---
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Tanque de mezclado	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, recubrimiento
Transporte hacia recubrimiento	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	---	---	---	---	---	---
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Banda transportadora	1+1+0 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, recubrimiento
Depósitos de almacenamiento	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	Si, recubrimiento	

**Tabla IX. Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso recubrimiento**

Sistema de jarabe	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Vitaminas termolábiles	1+0+2 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, secado.
Saborizantes	0+0+1 = 1	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Sistema de pesaje, contaminación de origen	Si, secado.	
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Marmitas de preparación de jarabe	0+0+0 = 0	No	---	Temperaturas alcanzadas	---	
Aplicación de jarabe	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	---	---	---	---	---	---
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Tambor de aplicación	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	Si, secado.	
Secado	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	---	---	---	---	---	---
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Bandas transportadoras	1+0+0 = 1	No	---	Temperatura	---	
Enfriamiento y traslado	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Aditivos	1+0+2 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	No
	Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Bandas transportadoras	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	No
	Dosificador de aditivos	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	No
	Elevador de cangilones	1+1+0 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Tiempo de residencia, limpieza no efectiva	No
Depósitos de almacenamiento	2+1+2 = 5	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	

**Tabla X. Análisis de riesgos de contaminación microbiológica en superficies de contacto en el proceso de empaque**

Empaque primario	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Producto terminado	1+1+1 = 3	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminacion luego de las áreas de calor	No
Poliuretano	1+0+1 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminación de origen	No	
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Pesadoras	1+1+2 = 4	Si	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	
Empaque secundario	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Cartón plegadizo	0+0+2 = 2	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Contaminación de origen	No
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Armado de plegadizo	0+0+0 = 0	No	RAT elevado, Coliformes, mohos y levaduras	Limpieza no efectiva	No	
Empaque terciario	Ingredientes	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?
	Cartón corrugado	0+0+0 = 0	No	---	---	---
Equipo	Nivel de riesgo	Riesgo microbiológico	Microorganismos mas probables	Causa	Existe un paso posterior en el que se elimine la contaminación, cual?	
Encartonadora	0+0+0 = 0	No	---	---	---	

**Tabla XI. Planificación anual de toma de muestras de agua**

Muestra	Descripción muestra	25- Ene	13- Feb	5- Mar	20- Abr	21- May	29- Jun	11- Jul	18- Ago	18- Sep	2- Oct	8- Nov	17- Dic
1	Toma de agua de distribución a planta	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Marmita de preparación de solución de vitaminas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

**Tabla XII. Planificación anual de toma de muestras de superficies inertes**

Muestra	Descripción muestra	25- Ene	13- Feb	5- Mar	20- Abr	21- May	29- Jun	11- Jul	18- Ago	18- Sep	2- Oct	8- Nov	17- Dic
3	Drenaje de ollas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Drenaje del horno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Drenaje del secador	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Drenaje del extrusor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Lavamanos del pre-pesado de vitaminas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Lavamanos de empaque	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Reposadera ubicada en el baño de Operadores	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Reposadera ubicada en el baño de Operadoras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**Tabla XIII. Planificación anual de toma de muestras de superficies de contacto directo con el producto**

Muestra	Descripción muestra	25- Ene	13- Feb	5- Mar	20- Abr	21- May	29- Jun	11- Jul	18- Ago	18- Sep	2- Oct	8- Nov	17- Dic
11	Banda anterior al área de pesaje línea de empaque No. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	Banda anterior al área de pesaje línea de empaque No. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	Banda anterior al área de pesaje línea No. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	Banda anterior al área de pesaje línea No. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Banda de enfriamiento de recubrimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	Banda vibratoria del horno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
17	Carro tanque 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	Carro tanque 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	Carro tanque 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Carro tanque 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	Carro tanque 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

**Tabla XIV. Planificación anual de toma de muestras de ambientes**

<b>Muestra</b>	<b>Descripción muestra</b>	<b>25- Ene</b>	<b>13- Feb</b>	<b>5- Mar</b>	<b>20- Abr</b>	<b>21- May</b>	<b>29- Jun</b>	<b>11- Jul</b>	<b>18- Ago</b>	<b>18- Sep</b>	<b>2- Oct</b>	<b>8- Nov</b>	<b>17- Dic</b>
22	Análisis en ambiente del área de extrusor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	Análisis en ambiente del área del área de empaque	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

**Tabla XV. Planificación anual de toma de muestras de manos de personal operativo**

Muestra	Descripción muestra	25- Ene	13- Feb	5- Mar	20- Abr	21- May	29- Jun	11- Jul	18- Ago	18- Sep	2- Oct	8- Nov	17- Dic
24	Operador de horno	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
25	Operador de recubrimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
26	Operador del área de pre-pesado de vitaminas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
27	Recuperadora de la línea de empaque No. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28	Operador de la línea de empaque No. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
29	Recuperadora de la línea de empaque No. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
30	Operador de la línea de empaque No. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31	Recuperadora de la línea de empaque No. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32	Operador de la línea de empaque No. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
33	Recuperadora de la línea de empaque No. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
34	Operador de la línea de empaque No. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11

**Tabla XVI. Planificación anual de toma de muestras de producto terminado**

Muestra	Descripción	28- Ene	27- Feb	26- Mar	28- Abr	27- May	29- Jun	28- Jul	27- Ago	28- Sep	29- Oct	24- Nov	19- Dic
36	Cereal a base de arroz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
37	Cereal a base de Maíz sin recubrir	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
38	Cereal a base de Maíz recubierto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
39	Cereal extruído	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Total mensual	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5



## **4. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La determinación de los microorganismos sobre los cuales se fijó atención en este plan se realizó luego del conocimiento del proceso específico y su desglose por etapas. Se incluyó en la calendarización mensual de monitoreo microbiológico: superficies de contacto directo con el producto, superficies inertes, manos de personal, medio ambiente y producto terminado. Este plan incluye la determinación y ubicación específica de puntos a muestrear presentando frecuencias y el intercambio de puntos según resultados puntuales. En la sección de anexos las figuras de la 2 a la 5 se encuentran los diagramas de flujo de todos los procesos que intervienen en la elaboración de cereales para el desayuno y su división en diferentes etapas.

### **Determinación de superficies de contacto directo con el producto**

En la tabla número seis se muestra el análisis del proceso principal, el cual consta de cuatro etapas con la finalidad de cocer, secar y hornear granos, el producto obtenido de este proceso debe dirigirse al proceso de empaque o al proceso de recubrimiento. A este proceso ingresan materias primas como granos crudos (maíz y arroz), que si constituyen peligro microbiano por contaminación microbiológica de origen como podría ser: contaminación durante su cultivo, empaque y transporte. Este peligro se controla al trabajar únicamente con proveedores aprobados, este proceso se detalla en el apéndice.

La etapa final de este proceso es la etapa de horneado, si existiera una contaminación del material aún puede controlarse debido a las temperaturas elevadas. Los granos de maíz crudos presentan otro peligro microbiológico como es el caso de las toxinas, que son el resultado de secreciones de ciertos hongos. La toxina más importante en el maíz es la aflatoxina, cualquier contaminación de maíz con esta toxina se vuelve una contaminación microbiana peligrosa, ya que dentro del proceso no existe ninguna forma de controlarla o eliminarla. Por lo que cualquier presencia de esta toxina en proporción mayor 20ppb es necesario detectarla antes del ingreso del material, para evitar su ingreso a las líneas de producción ya que si el material contaminado con aflatoxina llegara hasta éstas, será necesario el retiro del producto incluso como producto terminado porque dicha toxina es capaz de soportar temperaturas elevadas y causar daños a la persona que los consuma por presentar propiedades cancerígenas.

En esta primera etapa de cocimiento se agregan como ingredientes vitaminas termolábiles y minerales. Los cuales por ser materias primas si representan riesgo microbiológico por contaminación de origen: durante su proceso de obtención, en el proceso de empaque y transporte, este último riesgo es posible controlarlo trabajando con proveedores aprobados. Si existiera cualquier desviación de calidad es posible controlarla en el proceso de horneado. Estos ingredientes para su utilización dentro del proceso sufren una etapa previa que es denominada pre-pesaje, etapa en la cual los ingredientes se trasladan de su empaque original a recipientes de polietileno en cantidades exactas para su utilización. Este proceso se controla por la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura para evitar contaminación microbiana. Posterior a la aplicación y utilización de este material se encuentra la fase de horneado que sería nuestra etapa de control para cualquier desviación. El equipo utilizado en la etapa de cocimiento consiste en: equipo de preparación de sabor,

transportadores de producto (de cangilones, de tornillo y de banda) y el recipiente de cocimiento. Todos estos materiales en conjunto si representan un riesgo microbiano por tiempos prolongados entre limpiezas y limpiezas no efectivas, ambos peligros se controlan con la programación y realización de limpiezas efectivas.

La segunda etapa de este proceso es la etapa de secado, en esta etapa se disminuye la humedad de los granos cocinados de manera paulatina. En esta etapa, no se agrega ningún ingrediente. El equipo utilizado en esta etapa es: el secador, que es un equipo hermético con el fin de evitar pérdidas de calor. Dentro de éste, el material no mantiene contacto con superficies ajenas al mismo equipo y se mantiene una temperatura elevada, razones por las que este equipo no es un riesgo de contaminación microbiológica. El siguiente equipo es un transportador neumático que mantiene un tiempo de residencia corto y se cuenta con un sistema de limpiezas efectivas programadas, por ambas razones el equipo no es considerado como riesgo microbiológico.

La tercera etapa de este proceso corresponde al proceso de horneado, la finalidad de este equipo es el horneado del producto cocido y secado. Este proceso se realiza a temperaturas mayores a 200 grados Celsius, por ello en las etapas anteriores se razonó que si existe algún problema de contaminación microbiológica es posible controlarla o eliminarla en este paso basados en la temperatura alcanzada. En esta etapa no interviene ningún ingrediente, el equipo utilizado es el horno que no representa riesgo microbiológico. Luego se encuentran bandas transportadoras las cuales si son consideradas como riesgo microbiológico debido a que luego de ellas el producto no sufre ninguna etapa de calor, sin embargo la humedad del producto transportado es muy baja. Estas bandas se encuentran susceptibles a contaminación con bacterias, coliformes,

mohos y levaduras, para el control de esta etapa se cuenta con limpiezas periódicas y efectivas.

La cuarta etapa del proceso principal es la adición de vitaminas termosensibles y almacenamiento parcial del producto terminado en depósitos especiales. En esta etapa como ingredientes intervienen: vitaminas termosensibles y agua. Las vitaminas si representan un riesgo de contaminación microbiológica de bacterias, coliformes, mohos y levaduras, las cuales pueden ser de origen durante el proceso de obtención del material, durante el proceso de empaclado y durante su transporte, este riesgo se controla al trabajar únicamente con proveedores aprobados. El agua interviene en esta etapa como un ingrediente utilizada como medio de transporte para la aplicación efectiva de las vitaminas, en este punto el agua si es un riesgo elevado de contaminación microbiológica de bacterias, coliformes, mohos y levaduras, ya que en este punto el agua se maneja a temperatura ambiente, antes de este punto el agua es clorada y pasada a través un filtro ultravioleta. Sin embargo para fines de este plan esta toma de agua será considerada para monitoreo mensual. El equipo utilizado en esta etapa de dosificación de vitaminas es: marmita de preparación de vitaminas, sistema de aspersion de vitaminas, banda vibratoria y depósitos de almacenamiento de producto. La marmita de preparación de vitaminas es el equipo en el que se mezclan todos los ingredientes que intervienen en esta etapa y se resguardan hasta el momento de su aplicación. Seguidamente, se encuentra el sistema de aplicación de vitaminas ambos equipos representan riesgo de contaminación microbiológica de bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, debido a tiempos prolongados entre cada limpieza y a limpiezas no efectivas; ambos riesgos se controlan con limpiezas efectivas realizadas en tiempos programados. La banda vibratoria que se incluye en esta etapa tiene como finalidad el acomodo y disposición del producto en el momento de la aspersion,

sin embargo esta banda permite la acumulación de polvo procedente del producto y acumulación de humedad del proceso de aspersión, por ello se considera un punto de riesgo de contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, este plan de muestreo se tomará en cuenta en el monitoreo mensual.

El siguiente paso consiste en un sistema de transportación, el cual sí implica un riesgo de contaminación microbiológica por bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, sin embargo la humedad del producto en este proceso es tan baja que el riesgo se controla únicamente con limpiezas programadas y validadas previamente. Este transporte traslada el producto terminado hasta recipientes de resguardo de producto para su disposición final, estos recipientes si representan riesgo microbiológico por contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, que es controlado con limpiezas calendarizadas periódicamente, sin embargo para fines de este plan se tomarán en cuenta puntos importantes a seguir, ya que el tiempo de residencia del producto en los mismos en ocasiones suele ser elevado.

En este desglose por etapas del proceso principal, se evaluaron riesgos de contaminación microbiológica en áreas de contacto directo con el producto tomando en cuenta que dentro del mismo se encuentran ubicadas descargas de materias primas, ingreso de agua como ingrediente, condiciones severas de temperaturas por espacios prologados de tiempo. Asimismo, dentro del proceso existen etapas de exposición del producto para su inspección, de esto resultó como área crítica, sujeta a monitoreo microbiológico mensual, las áreas posteriores al horneado por ser ésta, la última etapa de calor. Resultando como puntos específicos la banda vibratoria donde se da la aplicación de vitaminas, y los recipientes de almacenamiento que para fines de este plan se muestrearán cuatro recipientes diferentes por mes, también se incluye de este proceso el

análisis mensual del agua utilizada para el proceso de preparación de vitaminas utilizado en la etapa de dosificación de vitaminas termosensibles.

En la tabla número siete se observa el análisis de proceso de extrusión, en el cual se elaboran cereales a partir de harinas en un tornillo de extrusión, el producto obtenido de este proceso debe dirigirse al proceso de recubrimiento.

La primera etapa es el mezclado en el cual actúan como ingredientes harinas que resultan de la molienda de diferentes granos, éstos si representan riesgo microbiológico de contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, riesgo que se controla al trabajar con proveedores controlados. También presentan riesgo microbiológico al contaminarse con toxinas, este riesgo se controla con análisis de toxinas al ingreso del material antes de ser utilizado en las áreas de producción. Si los resultados obtenidos son mayores a veinte partes por millón en el caso de los derivados del maíz y mayores que una parte por billón para el caso de los derivados del trigo, el material no debe llegar a la línea de producción. En esta etapa de mezclado el equipo que interviene es una tolva de descarga en la cual se adicionan al proceso los ingredientes propios de esta etapa, y un tanque de mezclado que realiza el proceso de mezcla y homogenización de los ingredientes.

La segunda etapa de este proceso corresponde al tornillo de extrusión en el cual intervienen como ingredientes agua que no representa un riesgo de contaminación microbiológica debido a que posterior a esta aplicación el producto sufre un proceso donde intervienen presiones y temperaturas elevadas. También se incluyen como ingredientes en esta etapa los colorantes que si constituyen un riesgo de contaminación microbiológica desde el proceso de elaboración de éstos. Proceso de empaque y transporte, este riesgo se controla con la utilización de proveedores aprobados. Los colorantes presentan

otro riesgo de contaminación microbiológico, en el pre-pesado realizado en planta, antes de su utilización en esta etapa, este riesgo se controla por medio de la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en planta.

El equipo utilizado en esta etapa es un tornillo transportador, el cual tiene como función hacer pasar el material a través de un molde, estos dos equipos no representan riesgo microbiológico debido a las condiciones de presión y temperatura alcanzadas en ellos y su tiempo de residencia.

La tercera etapa de este proceso corresponde al transporte del producto hacia el siguiente proceso, en esta etapa no se tienen ingredientes únicamente equipo de transportación como lo son bandas transportadoras, elevador de cangilones y elevador estos equipos si representan peligro de contaminación microbiológica con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, en estos equipos cualquier contaminación se controla con limpiezas programadas y efectivas.

En este desglose por etapas del proceso de extrusión se evaluó riesgos de contaminación microbiológica en áreas de contacto directo con el producto tomando en cuenta que dentro del mismo se encuentran ubicadas descargas de materias primas, colorantes, agua, condiciones severas de temperatura y presión. Así también, dentro del proceso existen etapas de exposición del producto para traslado e inspección, de este análisis resultó que las áreas de contacto directo con el producto no son un riesgo significativo debido a las condiciones mismas del proceso. El riesgo detectado de contaminación microbiológica es la presencia de toxinas en los materiales derivados del maíz y trigo, este riesgo es controlado con análisis de materiales a su ingreso a la planta.

En la tabla ocho se observa el análisis del proceso de mezclas este es un proceso en el cual se realiza la mezcla de todos los ingredientes que conforman los cereales multigranos. El producto obtenido de este proceso debe dirigirse al proceso de recubrimiento.

En la primera etapa se recopilan todos los ingredientes en tolvas de pesaje, en esta etapa intervienen como ingredientes hojuelas de maíz, arroz horneado, all bran y avena en escamas, estos cuatro ingredientes no representan peligro microbiológico ya que son productos elaborados en las etapas previas y no sufren manipulación por parte del personal. El equipo que interviene en esta etapa son las tolvas de recopilación y de pesaje, que son consideradas como riesgo microbiológico, ya que el tiempo de residencia y la frecuencia de limpiezas realizadas minimizan el riesgo de contaminación microbiológica.

La segunda etapa comprende el proceso en si de mezclado, a través del cual se hacen pasar los ingredientes para su incorporación, en esta etapa no intervienen ingredientes únicamente comprende el tanque de mezclado, el cual no representa nivel de riesgo porque es un equipo que automático, y con frecuencia de limpieza regular.

La tercera etapa de este proceso es el transporte, en este se incluye: una banda transportadora que no representa riesgo de contaminación microbiológica, por estar protegido de la intemperie y sus limpiezas son programadas. El siguiente equipo son los recipientes de almacenamiento que si están considerados como riesgo microbiológico, debido a que no son recipientes cerrados y el producto suele almacenarse en ellos por tiempos prolongados.

En esta etapa el punto de riesgo de contaminación identificado son los recipientes de almacenamiento utilizados al final del proceso, el producto final de este proceso es un producto semi-procesado, luego de este debe dirigirse al proceso de recubrimiento.

En tabla nueve se observa el análisis del proceso de recubrimiento en el cual se provee de sabor y olor al cereal base, el cual puede venir de dos procesos previos: del proceso principal y del proceso de extrusión. El producto obtenido de este proceso debe dirigirse al proceso de empaque.

La primera etapa de este proceso es la de preparación de jarabe, en ellas intervienen como ingredientes vitaminas termosensibles, minerales y demás ingredientes característicos de sabor y olor de cada cereal. Estos ingredientes, si representan riesgo de contaminación microbiológica con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras debido a que todos los ingredientes son pre-pesados en la planta. Este riesgo se controla por medio de la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura en planta. El equipo que interviene en esta etapa son marmitas (área de preparación de jarabe), este equipo no representa un riesgo de contaminación microbiológico debido a las temperaturas de operación de los mismos.

La segunda etapa de este proceso de recubrimiento comprende la aplicación del jarabe, en la cual no interviene ninguna materia prima. El equipo utilizado consiste en un tambor de aplicación de la mezcla obtenida en la primera etapa por medio de aspersion, este equipo si representa riesgo de contaminación microbiológica por bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, este riesgo se debe a tiempos de residencia y limpiezas no efectivas y la humedad presente, se controla con limpiezas calendarizadas y previamente validadas.

La tercera etapa de este proceso de recubrimiento comprende el secado del producto recubierto. En esta etapa como ingrediente únicamente tenemos aire caliente que no implica riesgo de temperatura microbiológica por las temperaturas a las que se maneja el mismo. El equipo que interviene en esta etapa es un equipo hermético para evitar pérdidas de calor dentro del cual el material se desplaza en bandas por tiempos prolongados.

La cuarta etapa de este proceso de recubrimiento es el proceso de enfriamiento, en ésta no interviene ningún ingrediente. El equipo utilizado son bandas transportadoras que si representan riesgo microbiológico para contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, esto debido a tiempo de residencia, limpiezas no efectivas, producto expuesto al ambiente. Otro agravante es que posterior a esta etapa, no existe ninguna etapa de calor donde pueda controlarse cualquier desviación microbiológica. Este punto será necesario incluirlo en el monitoreo microbiológico mensual.

La quinta etapa de este proceso de recubrimiento es el transporte del producto hacia el proceso de empaque. En esta etapa no se adiciona ningún ingrediente, el equipo que interviene comprende bandas transportadoras y un elevador de cangilones ambos equipos presentan un riesgo microbiológico por contaminación de bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras, este riesgo es controlado por medio de limpiezas programadas y efectivas.

En esta etapa los puntos a incluir en el análisis de superficies de contacto son la banda enfriadora y el elevador de cangilones que se analizan de manera alterna.

En tabla número diez observa el análisis del proceso de empaque en el cual se provee de protección al producto proveniente del proceso principal o del

proceso de recubrimiento, el producto obtenido de este proceso debe dirigirse hacia los consumidores.

La primera etapa de este proceso de empaque es la protección con empaque primario que consiste en la protección del producto terminado con recipientes de polietileno. El ingrediente que interviene en esta etapa es el polietileno, el cual si representa un riesgo microbiológico por contaminación de origen en el proceso de obtención, empaque y transporte, el riesgo se controla con el programa de aprobación de proveedores. El equipo utilizado para esta etapa es un sistema de pesaje de producto terminado que si representa riesgo microbiológico por contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras. Este sistema se incluyó dentro de este plan.

La segunda etapa de este proceso de empaque es la protección del producto con empaque secundario, el ingrediente que interviene en esta etapa es cartón plegadizo o maule, este material si representa un riesgo por contaminación con bacterias anaeróbicas, coliformes, mohos y levaduras. Este riesgo se controla con el programa de aprobación de proveedores.

La tercera etapa de este proceso de empaque es la protección del producto con empaque terciario, el ingrediente que interviene en esta etapa es cartón corrugado, este material no representa un riesgo por contaminación microbiológica porque ya no tiene contacto con el producto. Para el proceso de empaque se incluirá para el análisis de superficies de contacto directo con el producto una muestra de los sistemas de pesado de cada línea empacadora.

## **Determinación de superficies que no tienen contacto con el producto**

Se consideró el monitoreo de superficies que no tienen contacto con los alimentos consideradas como inertes las reposaderas, que serán un indicativo ya que el proceso es un proceso seco, estas son las únicas áreas que mantienen humedad dentro de la planta.

Estas superficies se monitorearon con salmonella y listeria, se centró específicamente la atención en estos dos microorganismos debido al tipo de materias primas utilizadas actualmente en la empresa para su proceso productivo. En este plan se proponen diez superficies inertes mensuales, ubicadas en los procesos que utilizan agua para su operación.

En el proceso principal se encontró áreas de permanente humedad y se incluyeron dentro de este plan ya que si son susceptibles a contaminación. En la etapa de cocimiento hay necesidad de preparar soluciones para el cocimiento de los granos ya que en esta área están ubicadas cuatro coladeras de las cuales se muestreará una por mes, pero es necesario que se alternen las muestras a fin de tener bajo control las cuatro.

La etapa de secado, presenta drenajes para condensados en esta área existen tres drenajes de los cuales se muestreará uno al mes, y éstas se alternaran para un monitoreo completo. En la etapa de preparación de vitaminas termosensibles existe una coladera la cual debe monitorearse mensualmente, ya que es un área permanentemente húmeda.

En el proceso de extrusión, se encuentran ubicadas seis drenajes, de los cuales se muestreara uno al mes y se deberá cambiar de muestra cada mes a fin de monitorear los seis puntos.

En el área de empaque se monitoreará mensualmente la coladera de la estación de lavado de manos, ésta es la única parte del proceso de empaque que presenta humedad.

En el análisis de superficies de contacto se detectó un área que constantemente implica riesgo en el proceso de elaboración de cereales la cual es el área de pre-pesaje de vitaminas y colorantes, por lo que también se monitorearan superficies inertes de esta área para controlar todas las variables.

Para dar seguimiento a las prácticas de aseo personal de los trabajadores se monitorearan las coladeras de las duchas del personal tanto de hombres como de mujeres.

### **Monitoreo de manos de personal**

Para monitorear la efectividad del lavado de manos y la frecuencia con que el personal operativo lo realiza, se contemplan dentro de este plan once muestras. Dentro de la planta laboran cuatro grupos diferentes, se dió prioridad al personal ubicado en áreas posteriores a las etapas de calor. Se calendarizó el análisis a fin de coincidir cada mes con un grupo diferente, el personal a incluir en este monitoreo de manos: de proceso principal (la persona que opera en la etapa de aplicación de vitaminas termosensibles), en el área de

recubrimiento (la persona que opera esta línea), la persona encargada del pre-pesaje de vitaminas y colorantes, y se tomarán siete personas que operen las líneas de empaque. Actualmente no existen normas regulatorias para el análisis de manos del personal encargado de la manipulación de alimentos, por ello se utilizarán los rangos permitidos en el producto terminado.

### **Monitoreo de ambientes**

Para monitorear el medio ambiente de la planta se realizarán dos muestras de ambientes, éstas muestras serán tomadas en la siguiente forma:

- La primera muestra de ambiente se tomará en el área donde se aplican las harinas en el proceso de extrusión, esto debido a la forma de aplicación de las harinas cuando se realiza desde una altura muy elevada ésta tiende a quedar en el ambiente y a contaminar el ambiente.
- La segunda muestra de ambiente se tomará en el área de empaque, debido a la forma en que se realizan las limpiezas, cuando se realizan de manera incorrecta se suele levantar partículas estas quedan en el ambiente.

### **Monitoreo de producto terminado**

Dentro de este plan de monitoreo mensual se consideró el análisis de producto terminado, el cual se realiza con base al movimiento del producto en

las bodegas de producto terminado que permite el almacenamiento del mismo por espacios de un mes aproximado. Para el análisis de producto se propuso cuatro muestras de cereal al mes tomadas a lo largo de la programación, las muestras se tomarán una durante cada turno mientras esté programado un producto determinado. Cuando se realice el análisis microbiológico del producto terminado se deberá hacer una muestra compuesta de cereal y de esta manera tendremos muestras de cereal a inicio, intermedio y final de cada corrida. Las cinco muestras de producto terminado estarán divididas de la siguiente forma: la primera muestra será de cereal a base de maíz sin recubrimiento, la segunda muestra será de cereal a base de maíz con recubrimiento, la tercera muestra será de cereal a base de arroz, la cuarta muestra será de cereal extruído.



## CONCLUSIONES

1. Las superficies que mantienen contacto con el producto que representan riesgo de contaminación microbiológica se encuentran ubicadas posteriormente a las áreas de calor. Para el proceso principal es la etapa de aplicación de vitaminas termosensibles, para el proceso de recubrimiento es la etapa de enfriamiento y en el área de empaque la etapa de pesaje de producto.
2. El proceso del extrusor y mezcla de cereal multigranos no son considerados como riesgo microbiológico en superficies que mantienen contacto con el producto, ya que el producto final de ambos procesos son considerados semi-procesados y aun sufren un procedimiento subsecuente de calor.
3. El área de pre-pesaje de vitaminas y colorantes es un punto de control, ya que todos los elementos que aquí son pesados, son extraídos de sus recipientes originales, manipulados y colocados en recipientes de polietileno antes de su utilización en cada proceso.
4. En el caso de las manos de personal los límites permisibles serán los de producto terminado, esto por no contarse con una normativa específica para su regulación.

5. Los muestreos deben realizarse con frecuencia mensual, y de manera escalonada para incluir a los cuatro grupos operativos dentro del control.

## RECOMENDACIONES

1. Evitar dejar a las etapas de calor la responsabilidad del control microbiológico del proceso. Para ello, deberá monitorearse a los proveedores de materias primas y en el caso de la planta deberá monitorearse el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura.
2. Las áreas posteriores a las etapas de calor será necesario controlarlas utilizando aislamientos físicos y reduciendo la exposición al ambiente del producto.
3. Con los resultados de los análisis calendarizados será necesario construir un historial, en el que se identifique el impacto de las diferentes épocas del año en las condiciones microbiológicas de la planta.
4. Se recomienda evaluar el comportamiento de los resultados obtenidos para los diferentes análisis, y con forme a ellos ir cerrando los rangos de valores permitidos para formar de esto limites de control y evitar trabajar en los limites máximos.



## BIBLIOGRAFIA

- 1 Cegatote, Luigi. "Diccionario Medico". Quinta edición. 1983, Editorial Verazen. Monterrey, México D.F. Pág. 71-74
- 2 Cenzano, I. "Nuevo Manual de Industrias Alimentarias" 1993, editorial A. 0Madrid Vicente, Ediciones mundi-prensa libros, Madrid, España. Págs. 80-85.
- 3 Charley, Helen. "Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y Físicos en la preparación de Alimentos" . México D.F. Pág. (189)
- 4 Chin, James. "El Control de las Enfermedades Transmisibles". Decimoséptima edición. Informe Oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Publica. 2001, Washington, DC: OPS, (Publicación Científica y Tecnica No. 581). Págs. 416, 417, 437, 285, 552–557.
- 5 Keller, J.J. "Guía del Empleado Sobre Seguridad de los alimentos". Segunda Edición. 2000, editorial J. J. Keller & Associates, INC. Wisconsin, Estados Unidos. Págs. 1-18, 47-62.
- 6 Norman N. Potter, Ph. D. "La Ciencia de los Alimentos". 1978, Editorial EDUTEX. México D.F. Pág.145.

- 7 Pelczar, Michael J. "microbiología" Segunda edición en español. 1982, editorial Mc Graw-Hill México de C.V. Pág. 3
  
- 8 Norma guatemalteca obligatoria Agua potable, COGUANOR. NGO 29.001.98. Publicado en el Diario Oficial del 4 de agosto de 2000.
  
- 9 Reglamento técnico centroamericano NSO RTCA 67.04.50:08 Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario fecha de actualización: enero de 2007
  
- 10 Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad Para los alimentos y bebidas de consumo humano (Proyecto de actualización de la rm n° 615-2003 sa/dm)

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. American Water Works Association. AGUA, SU CALIDAD Y TRATAMIENTO. Editorial Hispano - Americana. Primera edición en español. México, 1968.
2. ATSDR - ToxFAQs™. Bario. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades División de Toxicología y Medicina Ambiental Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. septiembre de 2005.  
[http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts24.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts24.html).
3. Codex Alimentarius. FAO. Revisión 4 (2003).  
[ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Hygiene/FoodHygiene\\_2003s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/Booklets/Hygiene/FoodHygiene_2003s.pdf) .
4. National Seafood HACCP Alliance for Training and Education. HACCP: Currículo de Entrenamiento de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control. Editado por Donn Ward. North Carolina State USA.



## **APÉNDICE A**

### **Programa de control de proveedores**

Este es un programa de calidad, el cual se asegura que los procesos de manufactura en la elaboración de materiales para la empresa cumplan los requisitos de calidad, inocuidad y sanidad. En este programa se verifica por medio de auditorías y revisiones de calidad como inspección de materiales y certificados de calidad que los proveedores cumplan con las políticas internas para proveedores.

Se realizan auditorías a los proveedores en las que se revisan procesos controles e instalaciones que demuestren la conformidad con el sistema de calidad del proveedor y los requisitos de la empresa. Dichas auditorías son realizadas por personal de la empresa y los criterios de calificación están clasificados desde excelente hasta rechazado, si alguno de los criterios de falla es identificado durante la auditoría, esta es considerada como Rechazo, sin importar la nota obtenida.

Cada proveedor debe presentar un certificado de calidad con cada envío de material en el cual debe incluir el nombre del material, el número de lotes y los resultados de los análisis correspondientes a los parámetros establecidos en la especificación (propiedades: organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas), así como la fecha y firma del responsable del departamento de calidad.



## APÉNDICE B

### Límites microbiológicos máximos permitidos en los resultados

**Tabla XVII. Especificaciones para agua potable**

<b>Especificaciones</b>	<b>Limite máximo</b>
Recuento aeróbico total	< 500 ufc/ml
Coliformes totales	< 1 nmp/100 ml
E. Coli	Ausencia

**Fuente:** COGUANOR NGO 29-001:99 Agua para uso y consumo humano - limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

**Tabla XVIII Especificaciones microbiológicas para superficies de no contacto**

<b>Especificaciones</b>	<b>Limite máximo</b>
Salmonella	Negativo
Listeria	Negativo

**Fuente:** RTCA 67.04.50:08 Reglamento Técnico Centroamericano 6.0 Productos elaborados a partir de cereales. 6.1 Cereales para el desayuno.

**Tabla XIX. Especificaciones microbiológicas para superficies de Contacto**

<b>Especificaciones</b>	<b>Limite máximo</b>
Recuento aeróbico total	50 ufc/cm <sup>2</sup>
Escherichia coli	Negativo
Recuento de mohos y levaduras	300 ufc/ cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Recopilación de norma microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. Fecha de actualización: Enero 2007. De Bilbao. C/ Luis Briñas, 16. 48013 Bilbao. Superficies de manipulación de alimentos.

Para el caso de manos de personal se carece de normativas nacionales y Centroamérica, que regulen la cantidad de microorganismos permisibles, por lo que para fines de este plan se utilizaran los rangos de las superficies de contacto.

**Tabla XX. Especificaciones microbiológicas para medio ambiente**

<b>Especificación</b>	<b>Limite máximo permitido</b>
Recuento Aeróbico Total	500 UFC/m <sup>3</sup> 15 min
Recuento de Mohos y Levaduras	300 UFC/m <sup>3</sup> 15 min

**Fuente:** Recopilación de norma microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. Fecha de actualización: Enero 2007. De Bilbao. C/ Luis Briñas, 16. 48013 Bilbao. Ambiente de elaboración de productos alimenticios (con climatización).

**Tabla XXI. Especificaciones microbiológicas para producto terminado**

<b>Especificación</b>	<b>Limite máximo permitido</b>
Recuento total de bacterias	1E4 UFC/g
Coliformes totales	20 NMP/G
Mohos y levaduras	1E3 UFC/g

**Fuente:** NORMA COGUANOR NGO 34 196 Cereales para el desayuno preparados listos para servir. Especificaciones.



## ANEXOS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso principal

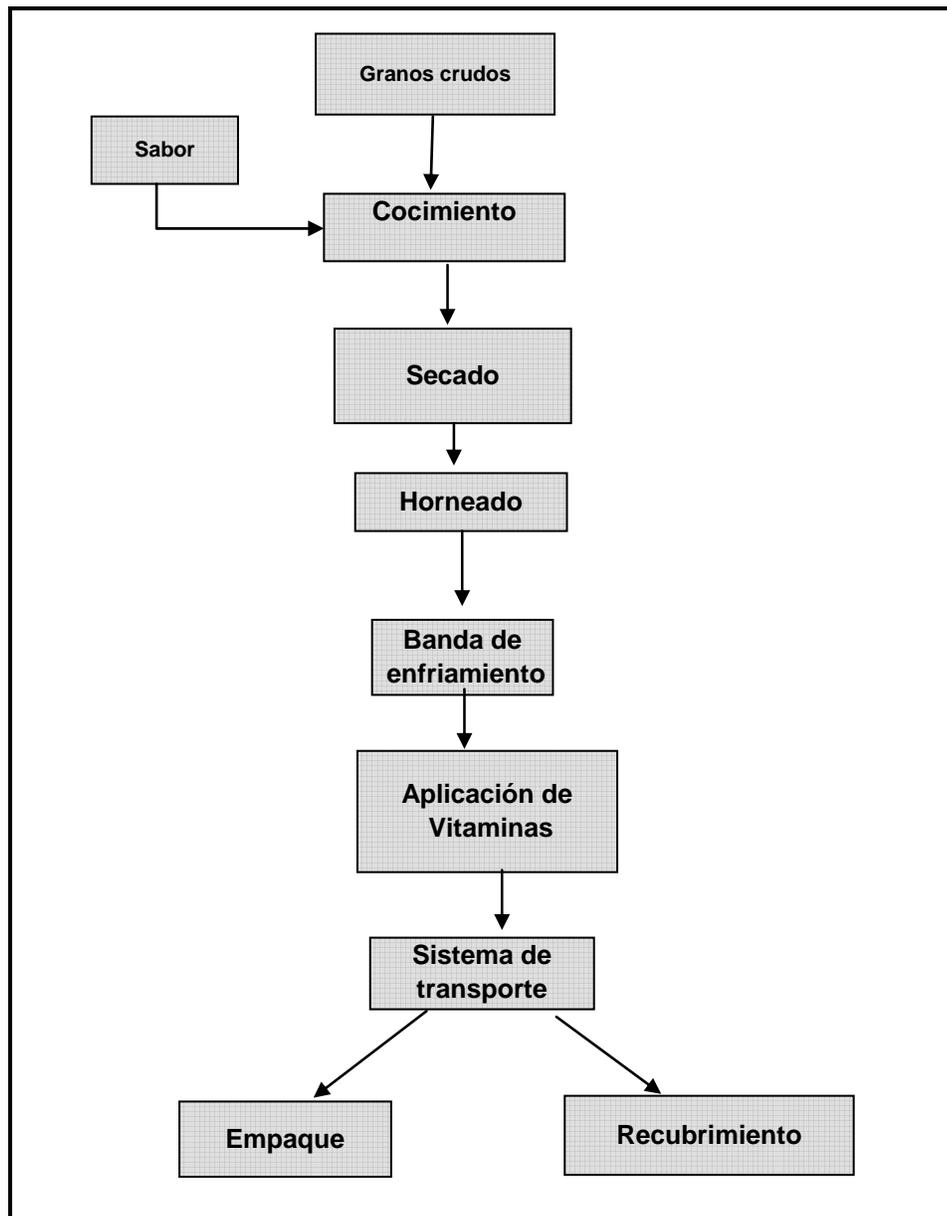


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de extrusión

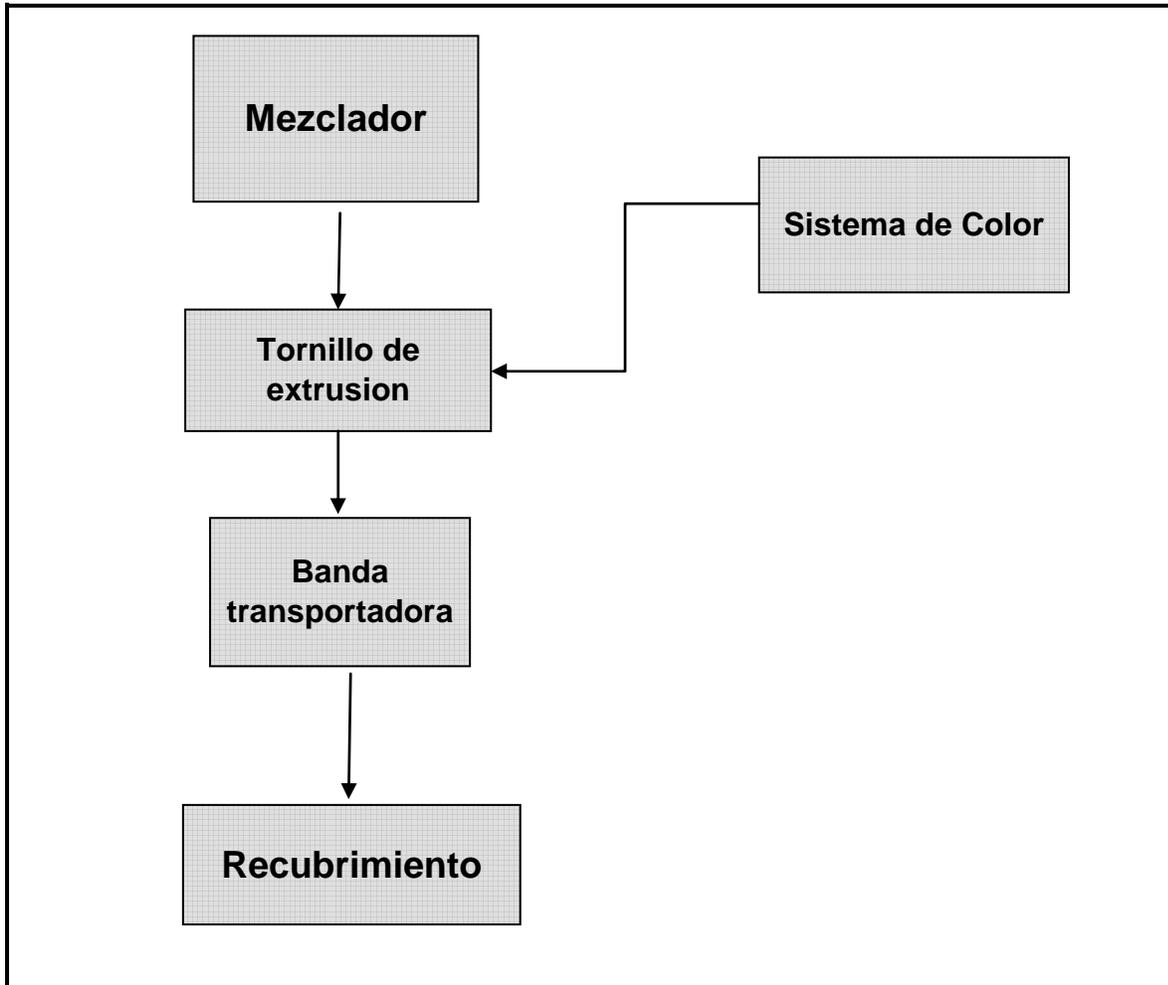
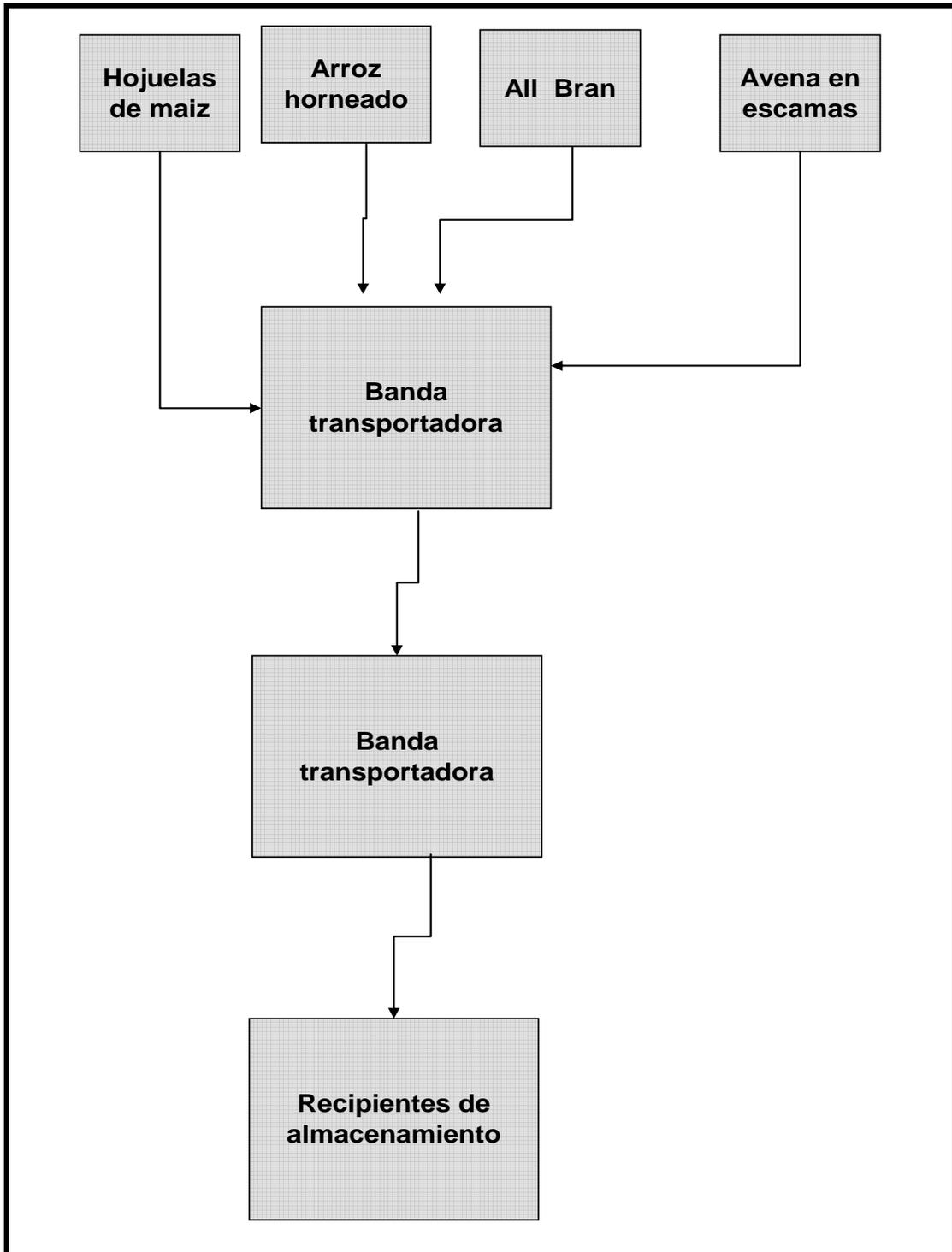


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de mezclas



**Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de recubrimiento**

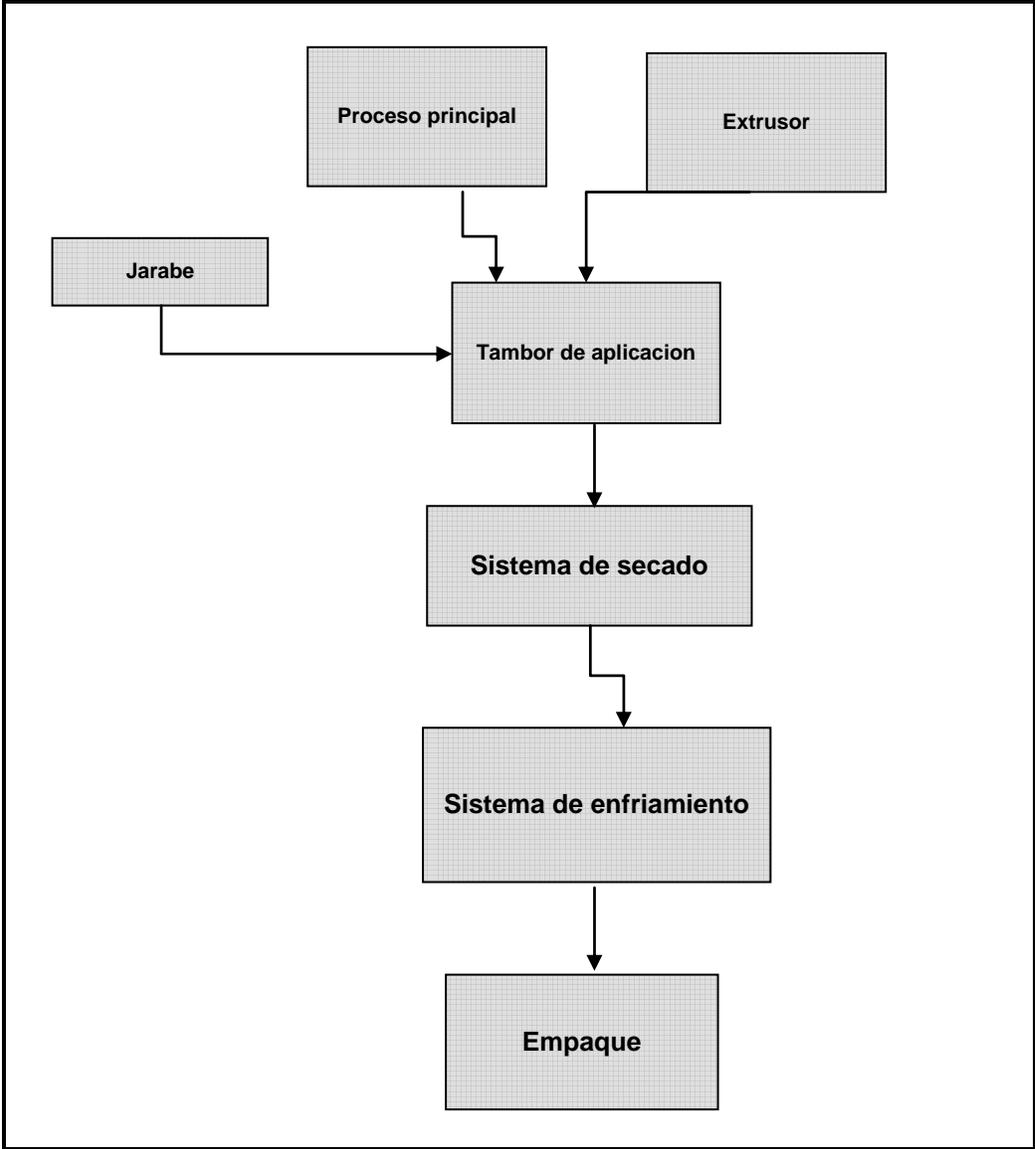


Figura 5. Diagrama de flujo del proceso de empaque

