

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

**DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS DE LA
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- BÁRCENA,
VILLA NUEVA, GUATEMALA, GUATEMALA.**



FERNANDA RAQUEL CHINCHILLA PADILLA

GUATEMALA, FEBRERO 2026

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
AREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO
ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN
DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA.**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

FERNANDA RAQUEL CHINCHILLA PADILLA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERIA EN INDUSTRIAS
AGROPECUARIAS Y FORESTALES EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIATURA

GUATEMALA, FEBRERO 2026

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



RECTOR

M. A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	Br. Elvis Enrique Ramírez Mérida
VOCAL V	Br. Roberto Antonio Barraza González
SECRETARIO	Ing. Agr. Edi Noé Quan Barrios

GUATEMALA, FEBRERO 2026

Guatemala, febrero 2026

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración, el trabajo de graduación titulado:

APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA.

como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Industrias Agropecuarias y Forestales en el grado académico de Licenciatura.

Dicho trabajo de graduación se presenta con los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



FERNANDA RAQUEL CHINCHILLA PADILLA

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser mi Isaías 41:10, Así que no temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios. Yo te fortaleceré y te ayudaré; Te sostendré con mi diestra justa.

MI PADRE:

César Augusto Chinchilla Ramírez.

Hoy en este día tan especial, quiero expresarte mi más profundo agradecimiento. Gracias por tu amor incondicional, por tu paciencia y por la confianza que siempre depositaste en mí. Agradezco tu apoyo, tus consejos y los sacrificios que realizaste para impulsarme a seguir adelante en la búsqueda de mis sueños. Este logro es también tuyo, porque cada paso que doy refleja los valores, el esfuerzo y la fortaleza que me enseñaste. Gracias por ser mi guía, mi inspiración y el pilar fundamental en mi vida.

MI MADRE:

Iliana de Chinchilla

Gracias por ser mi mayor apoyo y mi compañera en cada etapa de mi vida. Gracias por animarme cuando sentía que no podía más y por recordarme siempre que todo se logra con amor y esfuerzo. Tus palabras, tus abrazos y tu fe en mí me dieron la fuerza para seguir adelante. Admiro tu dedicación, tu paciencia y la forma en que me enseñaste a no rendirme ante las dificultades. Este logro también es tuyo, porque detrás de cada paso que di estuvo tu amor guiándome.

MIS HERMANAS:

Karla Lizbeth Chinchilla Padilla

Gracias por ser mi mayor apoyo y mi ejemplo para seguir. Has estado conmigo en cada etapa, brindándome tu cariño, tus consejos y tu fuerza cuando más los necesitaba. Admiro tu forma de ser, tu dedicación y la manera en que siempre me motivas a dar lo mejor de mí. Eres mi amiga, mi confidente y una de las personas más valiosas en mi vida.

Judith Mishelle Chinchilla Padilla

Aunque no tuve el privilegio de compartir la vida contigo, sé que desde el cielo me acompañaste en cada paso de este camino. Gracias por cuidarme, por ser mi guía silenciosa y mi fortaleza cuando más lo necesité. Este logro también es para ti, porque sé que, de alguna manera, siempre has estado conmigo.

**POR LOS QUE NO
ESTAN:**

A mi Mamita Raquel López

Gracias por ser como una segunda madre, por estar siempre ahí incondicionalmente en los momentos más difíciles y también en los más alegres. Gracias por tu gran amor, por tus consejos sabios y por darme el ejemplo de mantener siempre mi fe en Dios para alcanzar mis metas. Te dedico este logro con todo mi corazón, hasta el cielo, donde sé que me acompañas con tu bendición.

A mi abuelo Pablo

Gracias por tu gran amor, consejos y las aventuras que compartimos estarás siempre en mi corazón.

- MI ABUELITA:** Gracias por tus consejos, por el amor y el cariño que me has brindado a pesar de la distancia. Gracias por compartir conmigo tantos buenos momentos que guardo con ternura en mi corazón.
- MIS TÍOS (AS):** Gracias por el ánimo, el cariño y el amor que me brindan a pesar de la distancia. Su apoyo y sus palabras siempre han sido una fuente de fuerza y motivación para mí.
- MI PRIMO:** A mi primo Juan Francisco Fung Duarte, por ser un ejemplo para seguir y por motivarme a continuar a pesar de los obstáculos. Gracias por tu apoyo, por tus palabras de aliento y por inspirarme con tu esfuerzo y dedicación.
- MAESTRAS DE PRIMARIA:** Evelyn Rivas de Urizar y María José Estrada
Agradezco su gran amor, sus sabios consejos y todas las enseñanzas que me han brindado. Gracias por ser esos ángeles especiales que han dejado una huella imborrable en mi vida.
- MIS AMIGOS:** María José Sandoval, Marvin Bajxac, Rony Can y Carlos Velásquez por los buenos y malos momentos que compartimos a lo largo del ciclo universitario. Gracias por las risas, el compañerismo y el apoyo incondicional que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable.

MIS PADRINOS:

Licda. En Pedagogía y Administración Educativa
Iliana Padilla de Chinchilla

Ing. Agrónoma Karla Lizbeth Chinchilla Padilla

Ing. Agrónomo Juan Herrera

por ser un gran ejemplo, por su apoyo, sus consejos
y la confianza que depositaron en mi formación
profesional. Gracias por inspirarme y acompañarme
en este camino hacia la meta alcanzada.

AGRADECIMIENTOS

A:

GUATEMALA: Gracias, tierra linda, mi querido país que me vio nacer y crecer. Eres el hogar de mi corazón, la raíz de mis sueños y el lugar donde aprendí a luchar por mis metas con amor y esperanza.

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA: Mi prestigiosa casa de estudios con respeto y orgullo por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional.

FACULTAD DE AGRONOMÍA: Por abrirme las puertas y brindarme las herramientas necesarias para mi formación profesional. Gracias por ser el espacio donde adquirí los conocimientos, valores y experiencias que hoy me acompañan como futura profesional

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-: Por abrirme las puertas y darme la oportunidad para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado y darme la confianza de aplicar y expandir mis conocimientos y en especial al Ing. Adrián Marroquín, Inge. Fredi Gramajo y al personal operativo de las plantas Agroindustriales Débora Ayala, Dora Sánchez, Betty Méndez y Heidí Paz.

MI SUPERVISORA: Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
Gracias por brindarme su apoyo y por darme los conocimientos adecuados en mi etapa final.

MI ASESORA:

Licda. Zoot. Silvia Corina Pérez Sánchez

Por su apoyo incondicional y su conocimiento
aportado durante toda mi formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
RESUMEN	1
CAPÍTULO I	2
DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, GUATEMALA.	2
Introducción.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Marco referencial	5
Antecedentes	5
Localización	5
Extensión territorial	6
Límites y accesos.....	7
Organigrama de la ENCA	7
Organigrama funcional coordinación de producción de la ENCA.....	8
Objetivos	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	10
Metodología	11
Primera fase: Recopilación de información y evaluación de las normas.....	11
Segunda fase: Evaluación detallada de riesgos y condiciones en la planta de cárnicos.....	11
Fase final: Entrega y presentación del diagnóstico	12
Análisis de la información	12
Análisis de los problemas críticos	13
Propuesta de acción inmediata	14
Resultados	14
Riesgos de seguridad industrial presentes en la planta de cárnicos.....	14
Sistematización y análisis de la información	14
Descripción general de la planta	20
Infraestructura y condiciones operativas.....	21
Procesos de desposte y producción	22
Materias primas y productos elaborados	22
Proceso de producción	22

CONTENIDO	PÁGINA
Rendimiento del cerdo y volumen de carne	24
Las Partes que se quitan	25
Cálculo	25
Resultado final	25
Volumen de carne aprovechable	25
Descongelado y características de la carne	25
Organización del trabajo	26
Maquinaria disponible	26
Control de temperaturas y seguimiento	32
Gestión y control de producción	32
Trazabilidad y eficiencia de los procesos de producción	33
Conclusiones	36
Referencias	37
Anexos	38
Riesgos de seguridad industrial presentes en la infraestructura de la planta de cárnicos	38
.....	41
CAPÍTULO II	41
APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA	41
APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA	42
Introducción	45
Definición del problema	46
Justificación	48
Marco teórico	48
Marco conceptual	49
□ Aditivos funcionales	50
Marco referencial	52
Objetivos	55
Objetivo general	55
Objetivos específicos	55
Hipótesis	55
Metodología	56

CONTENIDO	PÁGINA
Metodología experimental	56
Resultados	60
Formular y elaborar chorizo colorado utilizando las alternativas seleccionadas	60
Análisis integral de la calidad del chorizo colorado	63
.....	74
Aceptación del producto en crudo	75
Determinación de la vida útil sensorial de los chorizos colorados utilizando los aditivos funcionales.	78
Determinación de la vida útil sensorial de los chorizos colorados utilizando los aditivos funcionales.	78
Discusión de resultados	80
Conclusiones.....	82
Recomendaciones	83
Referencias	84
Anexo	86
Anexo 1. Evaluación sensorial (color, aroma y textura)	86
Anexo 2. Estudios bromatológicos	88
Anexo 3. Formato de Evaluación Organoléptica crudo	90
Anexo 4. Formato de Evaluación Organoléptica cocido.....	91
Anexo 5. Registro fotográfico de la evaluación sensorial de chorizo colorado	92
CAPÍTULO III	96
SERVICIOS EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA – ENCA- BÁRCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA, GUATEMALA.....	96
Introducción general.....	97
Objetivo general	98
Metodología general	99
Fase de diagnóstico y análisis inicial	99
Fase de implementación de mejoras	100
Fase de evaluación y seguimiento	101
Servicios ejecutados	103

CONTENIDO	PÁGINA
Servicio 1: Optimización de la bodega mediante las 5S y desarrollo de una base de datos para proyección de insumos para la bodega de las tres plantas Agroindustriales de la ENCA	103
Servicio 2: capacitación del personal de las plantas Agroindustriales en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria.....	117
Servicio 3: Guía para la formulación, etiquetado y determinación de la vida útil de los productos cárnicos de la planta Agroindustrial de Cárnicos en la -ENCA-.....	133
Servicio 4: Creación y formulación de dos nuevos productos innovadores en la Escuela Central de Agricultura -ENCA-.....	182
Referencias	218
Anexos	219
Anexo 1. Estudios bromatológicos para los productos elaborados en la ENCA	219
Anexo 2. Fotos variadas	221
Anexo 3. Pruebas sensoriales evaluadas para su aceptación para los tres productos nuevos elaborados en la ENCA	225

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1	Planta de Cárnicos de la ENCA 6
Figura 2	Distribución de cada área que conforma la dirección de la ENCA 8
Figura 3	Distribución del área de producción de la ENCA 9
Figura 4	Diagrama de Ishikawa de la problemática de la ENCA 16
Figura 5	Croquis de la planta agroindustrial de cárnicos..... 21
Figura 6	Proceso para la elaboración de productos cárnicos..... 24
Figura 7	Marmita Industrial MPG9-20 para Cocción a Presión 26
Figura 8	Empacadora al vacío dentro del área de cárnicos 27
Figura 9	Embutidora EM-30 para Producción de Chorizos y Longanizas 28
Figura 10	Molino triturador Biro 7552 utilizado para la molienda de la carne 29
Figura 11	Mezcladora Talsa MIX-P utilizada para mezclar ingredientes con la carne..... 30
Figura 12	Emulsionadora de carnes Cutter Mainca CM-41 31
Figura 13	Horno convencional para cocimiento lento para carnes ahumadas 32
Figura 14	Proceso de trazabilidad de cerdos en la ENCA 35
Figura 15A	Botes de basura sin identificación para la clasificación de desechos en la ENCA 38
Figura 16A	Área de producción de productos cárnicos de la ENCA 38
Figura 17A	Área de horneado en la ENCA..... 39
Figura 18A	Bodega desorganizada 39
Figura 19A.	Apertura abdominal y limpieza interna durante el procesamiento del cerdo 40
Figura 20	Planta de Cárnicos de la ENCA 53
Figura 21	Comparación de parámetros fisicoquímicos del chorizo colorado según tratamiento 67

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 22 Evolución sensorial del atributo color durante almacenamiento	69
Figura 23 Evolución sensorial del atributo aroma durante almacenamiento	72
Figura 24 Evolución sensorial del atributo textura durante almacenamiento	74
Figura 25 Tendencia de la aceptación sensorial de chorizo colorado crudo durante el almacenamiento	77
Figura 26A Estudio bromatológico Tratamiento uno, dos y tres evaluados	88
Figura 27A Estudio bromatológico Testigo – Control con Sal Praga	89
Figura 28A Registro fotográfico del tratamiento uno de chorizo colorado empacados al vacío	92
Figura 29A Registro fotográfico del tratamiento dos de chorizo colorado empacados al vacío	93
Figura 30A Registro fotográfico del tratamiento tres de chorizo colorado empacados al vacío	94
Figura 31A Registro fotográfico del testigo de chorizo colorado empacados al vacío	95
Figura 32 Sistema de almacenamiento e identificación de insumos en bodega	110
Figura 33 Condiciones iniciales de almacenamiento en bodega de insumos	111
Figura 34 Estado final de la bodega posterior a la reorganización	112
Figura 35 Formato de inventario de productos de las bodegas agroindustriales	113
Figura 36 Registro digital de insumos mediante hoja de cálculo	114
Figura 37 Convocatoria SP-11-2025	122
Figura 38 Participación en la capacitación de buenas prácticas de manufactura y seguridad alimentaria	123

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 39 Participación en la capacitación de seguridad e higiene industrial.....	123
Figura 40 Sesión teórica de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria.....	124
Figura 41 Reconocimiento de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria.....	127
Figura 42 Reconocimiento de la capacitación en seguridad e higiene industrial.....	127
Figura 43 Presentación de capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria.....	128
Figura 44 Presentación de capacitación de Seguridad e Higiene Industrial.....	129
Figura 45 Trifoliar de apoyo sobre Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria	130
Figura 46 Trifoliar de apoyo sobre la seguridad e higiene industrial.....	131
Figura 47 Proceso de trazabilidad de cerdos en la ENCA	139
Figura 48 Longanizas empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución	142
Figura 49 Chorizo empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución	147
Figura 50 Carne ahumada empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución	152
Figura 51 Carne adobada empacado al vacío para almacenamiento y distribución	158
Figura 52 Carne en chimichurri empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución	163
Figura 53 Pollo en chimichurri empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución	173
Figura 54 Pollo ahumado empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución	177

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 55 Evolución sensorial de la salchicha tipo Viena durante almacenamiento (color, olor y textura, 0–28 días).....	190
Figura 56 Evolución hedónica del sabor en salchicha tipo Viena durante almacenamiento (0–28 días).....	192
Figura 57 Salchicha tipo Viena	194
Figura 58 Evolución del color, olor y textura de la carne en barbacoa durante el almacenamiento	200
Figura 59 Evolución hedónica del sabor en la carne en barbacoa durante almacenamiento (0–28 días).....	203
Figura 60 Carne adobada empacada al vacío.....	204
Figura 61 Evolución sensorial de la salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (color, olor y textura, 0–28 días)	211
Figura 62 Evolución hedónica del sabor en salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días).....	213
Figura 63 Salchicha tipo Viena con chile cobanero	214
Figura 64A Estudio bromatológico de las carnes que se elaboran en la ENCA	219
Figura 65A Estudio bromatológico de las carnes que se elaboran en la ENCA	220
Figura 66A Bodega de especias de la ENCA.....	221
Figura 67A Implementación de las 5S	222
Figura 68A Entrega de diplomas a participantes de la capacitación	223
Figura 69A Participantes de la capacitación en ENCA con su diploma	223
Figura 70A Productos de la planta de cárnicos	224

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 1 FODA.....	15
Tabla 2 Matriz de prioridad de problemas.....	17
Tabla 3 Datos de identificación del cerdo antes de ingresar al matadero.....	33
Tabla 4 Distribución de tratamientos a evaluar chorizo colorado.....	56
Tabla 5 Formulación del Tratamiento 1 – Extracto de Apio.....	60
Tabla 6 Formulación del Tratamiento 2 – Apio en Polvo.....	61
Tabla 7 Formulación del Tratamiento 3– Humo Líquido	62
Tabla 8 Formulación del Testigo – Control con Sal Praga	62
Tabla9 Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 1 (T1) – Extracto de Apio	63
Tabla 10 Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 2 (T2) – Apio en Polvo	64
Tabla 11 Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 3 (T3) – Humo Líquido	65
Tabla 12 Propiedades fisicoquímicas del Testigo – Control con Sal Praga.....	66
Tabla 13 Análisis de varianza (ANOVA) del atributo color en pruebas sensoriales de chorizo colorado	68
Tabla 14 Promedios del atributo color del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos	68
Tabla15 Análisis de varianza (ANOVA) del atributo aroma en chorizo colorado	70
Tabla 16 Promedios del atributo aroma del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos	71
Tabla17 Análisis de varianza (ANOVA) del atributo textura en chorizo colorado	72

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 18 Promedios del atributo textura del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos	73
Tabla 19 Evaluación de diferencias en Color, Aroma y Textura mediante Friedman	75
Tabla 20 Evaluación sensorial hedónica de chorizo colorado crudo	76
Tabla 21 Escala de satisfacción sensorial empleada en la prueba de consumidores	77
Tabla 23A Evaluación sensorial (color, aroma y textura) con la estimación de umbral de aceptación	86
Tabla 24 Notas de la evaluación escrita de la capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria	125
Tabla 25 Notas de la evaluación escrita de la capacitación de Seguridad e Higiene Industrial.....	125
Tabla 26 Datos de identificación del cerdo antes de ingresar al matadero	137
Tabla 27 Formulación de longaniza (450 g).....	140
Tabla 28 Información nutricional de la longaniza (porción de 100 g) según formato FDA.....	141
Tabla 29 Evaluación sensorial del color de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días).....	143
Tabla 30 Evaluación sensorial del aroma de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días).....	143
Tabla 31 Evaluación sensorial de la textura de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días).....	144
Tabla 32 Formulación de Chorizo (450 g).....	145
Tabla 33 Información nutricional del chorizo (porción de 100 g) según formato FDA.....	146
Tabla 34 Evaluación sensorial del color del chorizo durante almacenamiento (0–28 días).....	148

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 35 Evaluación sensorial del aroma del chorizo durante almacenamiento (0–28 días).....	149
Tabla 36 Evaluación sensorial de la textura del chorizo durante el almacenamiento (0–28 días).....	149
Tabla 37 Formulación de carne ahumada	151
Tabla 38 Información nutricional de la carne ahumada (porción de 100 g) según formato FDA	151
Tabla 39 Evaluación sensorial del color de la carne ahumada durante el almacenamiento (0–28 días).....	153
Tabla 40 Evaluación sensorial del aroma de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días).....	153
Tabla 41 Evaluación sensorial del sabor de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días).....	154
Tabla 42 Evaluación sensorial de la textura de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días).....	154
Tabla 43 Formulación de carne adobada	156
Tabla 44 Información nutricional de la carne adobada (porción de 100 g) según formato FDA	157
Tabla 45 Evaluación sensorial del color de la carne adobada durante almacenamiento (0–28 días).....	159
Tabla 46 Evaluación sensorial del aroma de la carne adobada durante almacenamiento (0–28 días).....	159
Tabla 47 Evaluación sensorial de la textura de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días).....	160
Tabla 48 Formulación de carne en chimichurri	161
Tabla 49 Información nutricional de la carne en chimichurri (porción de 100 g) según formato FDA	162
Tabla 50 Evaluación sensorial del color de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	164

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 51 Evaluación sensorial del aroma de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	164
Tabla 52 Evaluación sensorial de la textura de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	165
Tabla 53 Formulación de pollo adobado.....	166
Tabla 54 Información nutricional del pollo adobado (porción de 100 g) según formato FDA	167
Tabla 55 Pollo adobado recién elaborado	168
Tabla 56 Evaluación sensorial del color del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días).....	168
Tabla 57 Evaluación sensorial del aroma del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días).....	169
Tabla 58 Evaluación sensorial de la textura del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días).....	170
Tabla 59 Formulación del pollo en chimichurri.....	171
Tabla 60 Información nutricional del pollo en chimichurri (porción de 100 g) según formato FDA	172
Tabla 61 Evaluación sensorial del color del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	173
Tabla 62 Evaluación sensorial del aroma del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	174
Tabla 63 Evaluación sensorial de la textura del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días).....	174
Tabla 64 Formulación del pollo ahumado	176
Tabla 65 Información nutricional del pollo ahumado (porción de 100 g) según formato FDA	176
Tabla 66 Evaluación sensorial del color del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días).....	178
Tabla 67 Evaluación sensorial del aroma del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días).....	178

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 68 Evaluación sensorial de la textura del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días).....	179
Tabla 69 Evaluación sensorial del sabor del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días).....	179
Tabla 70 Composición de la formulación de salchicha tipo Viena/ Frankfurter.....	186
Tabla 71 Composición nutricional estandarizada de la salchicha tipo Viena/Frankfurter.....	188
Tabla 72 Evaluación sensorial de color, olor y textura en salchicha tipo Viena/Frankfurter durante almacenamiento (0–28 días)	189
Tabla 73 Evaluación sensorial de sabor en salchicha tipo Viena durante almacenamiento (0–28 días).....	191
Tabla 74 Costos de elaboración de la salchicha Viena.....	195
Tabla 75 Composición de la formulación de la carne en barbacoa	196
Tabla 76 Composición nutricional estandarizada de la carne en barbacoa	198
Tabla 77 Evaluación sensorial de color, olor y textura de la carne en barbacoa durante el almacenamiento	199
Tabla 78 Evaluación sensorial de sabor de la carne en barbacoa durante almacenamiento (0–28 días).....	201
Tabla 79 Costos de elaboración de la carne en barbacoa.....	205
Tabla 80 Composición de la formulación de salchicha tipo Viena/ Frankfurter con chile cobanero.....	206
Tabla 81 Composición nutricional estandarizada de la salchicha tipo Viena/Frankfurter con chile cobanero.....	209
Tabla 82 Evaluación sensorial de color, olor y textura en salchicha tipo Viena/Frankfurter con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días).....	210
Tabla 83 Evaluación sensorial de sabor en salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días).....	212

CONTENIDO	PÁGINA
Tabla 84 Costos de elaboración de la salchicha Viena con chile cobanero...	215
Tabla 85A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha viena (Color).....	225
Tabla 86A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha Viena (Olor).....	226
Tabla 87A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha Viena (Textura).....	227
Tabla 88A Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (color).....	228
Tabla 89A Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (olor).....	229
Tabla 90A Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (textura).....	230
Tabla 91A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (color).....	231
Tabla 92A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (olor).....	232
Tabla 93A Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (textura).....	233

APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA

APPLICATION OF FUNCTIONAL ADDITIVES OF NATURAL ORIGIN AS A TECHNOLOGICAL ALTERNATIVE TO CHEMICAL ADDITIVES IN THE FORMULATION OF RED SAUSAGE AT THE MEAT PROCESSING PLANT OF ENCA

RESUMEN

La investigación se realizó en la Planta de Cárnicos de la ENCA con el propósito de evaluar la sustitución de aditivos químicos, específicamente la Sal Praga, por aditivos funcionales naturales en chorizo colorado. Esta iniciativa responde a la demanda de alimentos más saludables, a la reducción del consumo de sodio promovida por la OMS y al cumplimiento de normativas internacionales (Codex Alimentarius, COGUANOR, Reglamento CE 1333/2008).

Se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos: extracto de jugo de apio concentrado, apio en polvo, humo líquido y un testigo con Sal Praga. Los embutidos elaborados se evaluaron mediante análisis fisicoquímicos (pH, humedad, grasa, proteína y cenizas) y sensoriales (color, aroma, textura y aceptación global), procesados con ANOVA y prueba de Friedman ($p < 0.05$).

Los resultados mostraron que el extracto de jugo de apio concentrado fue la alternativa más estable y similar al testigo en color y textura; el apio en polvo aportó mejor aroma, aunque con mayor humedad; y el humo líquido obtuvo la mejor aceptación en producto cocido. Bajo refrigeración y empaque al vacío, todos los tratamientos conservaron aceptación sensorial por más de 20 días, mientras que sin vacío la vida de anaquel se redujo a siete días.

Se concluye que el extracto de jugo de apio concentrado constituye la opción más adecuada para sustituir parcialmente la Sal Praga, permitiendo obtener un chorizo colorado aceptable, seguro y acorde con las tendencias de consumo saludable e innovación agroindustrial.

Palabras clave: chorizo colorado, aditivos funcionales, extracto de jugo de apio concentrado, apio en polvo, humo líquido, Sal Praga, vida de anaquel sensorial.

CAPÍTULO I

**DIAGNÓSTICO DE LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE CÁRNICOS DE LA
ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- BÁRCENA,
VILLA NUEVA, GUATEMALA, GUATEMALA.**

Introducción

La ENCA es la institución educativa agrícola más antigua de Guatemala y lidera el sistema de educación agrícola a nivel medio. Actualmente, la ENCA goza de autonomía, personalidad jurídica y patrimonio propio. La escuela ofrece tres carreras: Perito Forestal, Perito Agrónomo y Perito Agroindustrial, formando profesionales capacitados en diversas áreas del sector agropecuario.

El área de cárnicos de la ENCA cumple un rol crucial en la formación de los estudiantes y en la producción de alimentos de calidad. Sin embargo, enfrenta varias deficiencias que afectan su funcionamiento, seguridad e higiene. Entre las principales problemáticas se destacan las condiciones ambientales inadecuadas, como la falta de aire acondicionado y sistemas de ventilación, lo que afecta tanto al bienestar del personal como a la calidad de los productos. Además, existen deficiencias en la infraestructura, como el deterioro del piso, lo que aumenta el riesgo de accidentes, y la presencia de plagas y roedores, que comprometen la inocuidad de los productos.

A nivel operativo, se evidencian problemas en la organización de la bodega, lo que dificulta el control adecuado de inventarios y la trazabilidad de los insumos. Así mismo, la ausencia de elementos básicos de seguridad, como extintores, y la falta de señalización para la clasificación de residuos afectan tanto la higiene como el cumplimiento de las normativas ambientales.

Finalmente, la ausencia de un diagrama de procesos estandarizado impacta la deficiencia operativa y dificulta la implementación efectiva de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y seguridad alimentaria en el área, lo que afecta el control de calidad y la trazabilidad de la producción.

El objetivo de este diagnóstico es proponer soluciones que contribuyan a mejorar el área de cárnicos, garantizando un entorno seguro, eficiente y en cumplimiento con las normativas vigentes.

Planteamiento del problema

El área de cárnicos de la ENCA desempeña un rol fundamental tanto en la formación de los estudiantes como en la producción de alimentos de calidad. Sin embargo, actualmente enfrenta diversos desafíos que afectan su operatividad, seguridad e higiene, lo que compromete tanto la calidad de los productos como el aprendizaje de los estudiantes. Uno de los principales problemas es la falta de un sistema adecuado de ventilación, ya que la ausencia de aire acondicionado y extractores de humo genera condiciones inapropiadas, tanto para la conservación de los productos como para la comodidad de quienes trabajan en el área. Además, el deterioro del piso aumenta el riesgo de accidentes y contaminación, mientras que la presencia de plagas y roedores representa una amenaza para la inocuidad de los alimentos.

Además, otro aspecto crítico es la falta de medidas adecuadas en la seguridad y gestión de residuos, lo que afecta la operatividad del área. La ausencia de registros y datos sobre los procedimientos de seguridad y manejo de residuos dificulta una respuesta rápida ante situaciones de emergencia, aumentando así el riesgo de accidentes. Adicionalmente, la falta de una capacitación formal en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y seguridad alimentaria limita la capacidad del personal para seguir los procedimientos adecuados en la clasificación y disposición de los desperdicios, lo que impacta la higiene del área y puede generar incumplimientos con las normativas ambientales.

La combinación de estos factores pone de manifiesto una problemática que requiere atención inmediata. La deficiencia en infraestructura, seguridad e higiene en el área de cárnicos no solo afecta la calidad de los productos elaborados, sino que también pone en riesgo la formación de los estudiantes y el cumplimiento de las normativas sanitarias y ambientales. Ante esta situación, es crucial identificar y proponer soluciones que mejoren las condiciones del área, garantizando así un entorno adecuado para la enseñanza y la producción, conforme a los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Marco referencial

Antecedentes

Estrada Quiroa (2008) menciona los siguientes antecedentes acerca de la ENCA:

La ENCA fue fundada en 1921 y originalmente se ubicó en la finca nacional La Aurora, en la Ciudad de Guatemala. En 1936, la escuela se trasladó a la Alameda, en el departamento de Chimaltenango, y en 1944 se estableció definitivamente en la finca Bárcena, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, donde permanece hasta hoy.

En 1929, el presidente de la República, General Lázaro Chacón, fundó dos escuelas regionales de agricultura, una en Jalapa y otra en Quetzaltenango, lo que llevó a que la ENA pasara a llamarse ENCA para diferenciarla de las regionales. Estas escuelas regionales fueron cerradas en la década de 1940 por el presidente General Jorge Ubico. En 1967, se creó el Instituto Técnico de Agricultura (ITA) mediante la fusión de la ENCA y la Escuela Forestal Centroamericana, siguiendo la sugerencia del Instituto Politécnico de California.

En 1985, la nueva Constitución de la República de Guatemala, en su artículo 79, estableció a la ENCA como una entidad autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio. En noviembre de 1986, el ITA fue suprimido y se restauró el nombre de ENCA, que permanece hasta la fecha. En 1996, las reformas a la ley orgánica modificaron la estructura del consejo directivo, otorgando a cada miembro la facultad de proponer candidatos para el cargo de Director de la escuela. Además, en ese mismo año, se registraron a nombre de la ENCA las tierras de la finca Bárcena y del parque Las Ninfas.

Localización

La ENCA está situada en el kilómetro 17.5 al Pacífico Finca Bárcena, Villa Nueva, en las coordenadas 14°32'18"N 90°36'46"O. Esta ubicación, en una zona rural de fácil acceso, proporciona un entorno ideal para la formación de los estudiantes en áreas relacionadas con la agricultura, la agroindustria y los recursos

naturales. Además, su ubicación permite aprovechar los recursos naturales de la finca para la enseñanza práctica y el desarrollo de proyectos educativos relacionados con la agroindustria (ENCA, 2025).

Figura 1

Planta de Cárnicos de la ENCA



Nota. Mapa de ubicación de la ENCA, el área de cárnicos encerrado con el círculo amarillo.

Extensión territorial

La ENCA posee una extensión de 142.53 hectáreas. El terreno está dividido en diversas áreas de producción, que incluyen cultivos de frutales, plantas ornamentales, hortalizas, producción animal, viveros y granos básicos. En el centro de la finca se encuentran las instalaciones destinadas a funciones administrativas, aulas de clase, biblioteca, servicio médico, zona recreativa, comedor, dormitorios y talleres (Meda Sáenz, 2019).

Límites y accesos

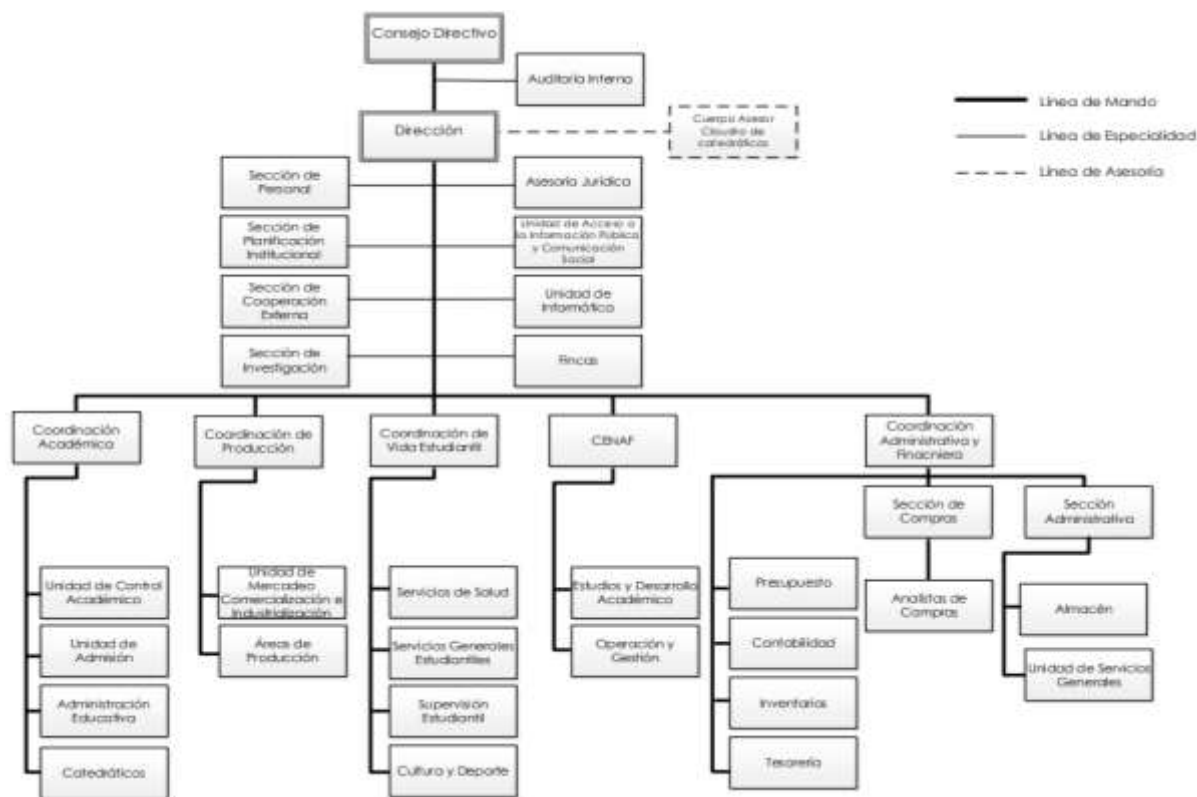
La ENCA limita al norte con San José Villa Nueva, al sur con el ICTA, al este con la finca Santa Clara y al oeste con la aldea Bárcena. Está ubicada a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Villa Nueva y a 17 kilómetros de la Ciudad de Guatemala. Se puede acceder mediante una carretera asfaltada que conecta con la autopista CA-9, rumbo al Pacífico (Estrada Quiroa, 2008).

Organigrama de la ENCA

En la Figura 2 se muestra el organigrama de la ENCA muestra una estructura jerárquica encabezada por el Consejo Directivo y la Dirección, apoyados por la Auditoría Interna, Asesoría Jurídica y diversas unidades técnicas como Informática, Fincas y Comunicación Social. Bajo la Dirección se agrupan varias secciones estratégicas: Personal, Planificación Institucional, Cooperación Externa e Investigación. La estructura operativa se divide en cinco grandes coordinaciones: Académica (que incluye control académico, admisión, administración educativa y catedráticos), Producción (con unidades de mercadeo, industrialización y áreas de producción), Vida Estudiantil (servicios de salud, cultura, deporte y supervisión), CBAIF (con funciones académicas y de gestión) y la Coordinación Administrativa y Financiera (que engloba compras, presupuesto, contabilidad, inventarios, tesorería, almacén y servicios generales). Además, se contempla el Cuerpo Asesor o Claustro de Catedráticos como línea de asesoría institucional.

Figura 2

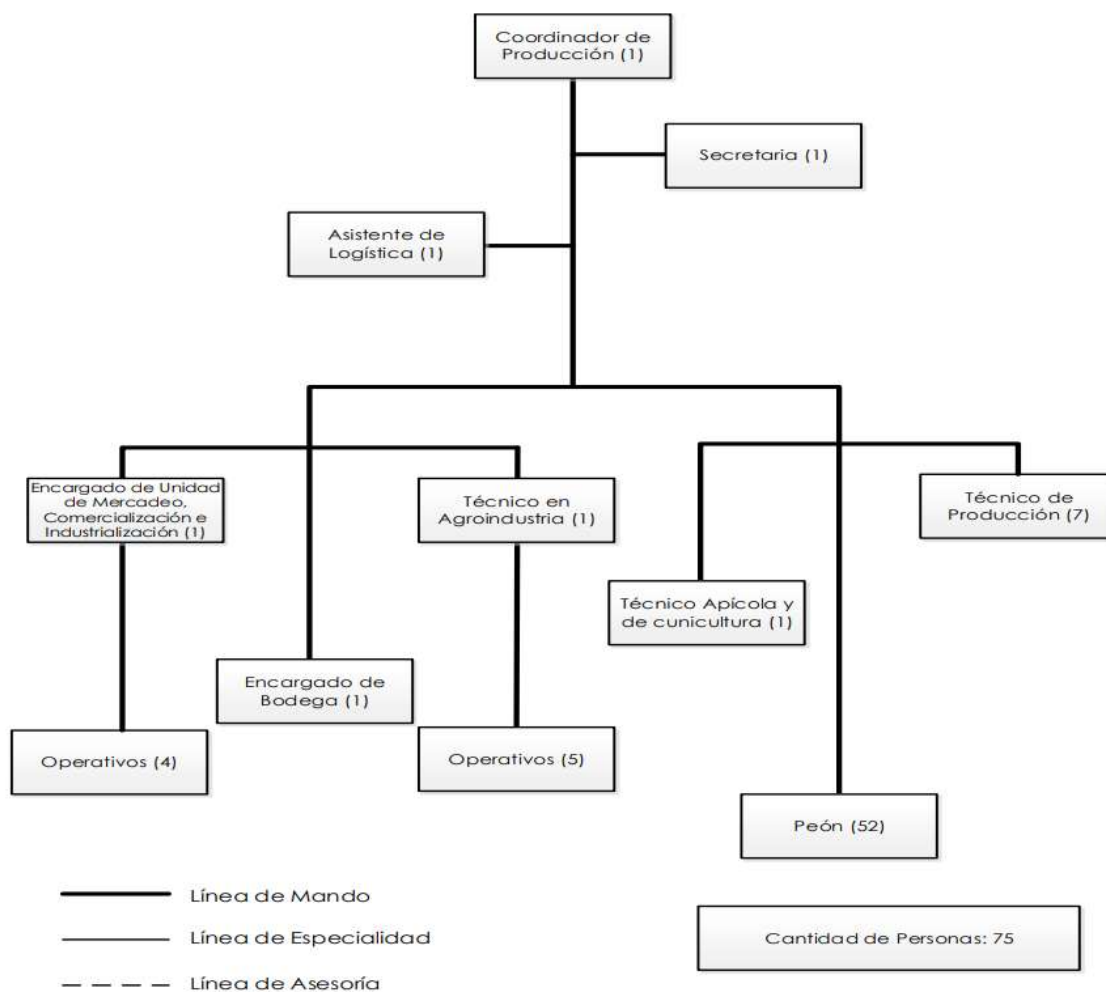
Distribución de cada área que conforma la dirección de la ENCA



Nota. Elaborado con base en la distribución de la dirección de la ENCA, conforme a cada área que la integra. (ENCA, 2022).

Organigrama funcional de la producción de la ENCA

En la Figura 3 se muestra el organigrama con la estructura del área de Producción de la ENCA, conformada por un total de 75 personas. En la cima se encuentra el Coordinador de Producción, quien supervisa directamente a una secretaria y un Asistente de Logística. Debajo, se distribuyen diferentes unidades técnicas y operativas: un Encargado de la Unidad de Mercadeo, Comercialización e Industrialización, con apoyo de un Encargado de Bodega y cuatro Operativos; un Técnico en Agroindustria con cinco Operativos; un Técnico Apícola y de Cunicultura con apoyo directo de un Peón; y siete Técnicos de Producción, también apoyados por 52 Peones. El diagrama distingue entre líneas de mando, especialidad y asesoría para visualizar claramente los niveles de jerarquía y funciones dentro del equipo.

Figura 3*Estructura Organizacional del Departamento de Producción ENCA*

Nota. Elaborado con base en el organigrama del Área de Producción. ENCA (ENCA, 2022).

Objetivos

Objetivo general

Realizar un diagnóstico en el área de cárnicos de la Escuela Nacional Central de Agricultura para identificar puntos críticos en infraestructura, seguridad, higiene y operativa con el fin de proponer mejoras que optimicen su funcionamiento y cumplimiento normativo.

Objetivos específicos

Evaluar de forma integral los riesgos de seguridad industrial presentes en la infraestructura de la planta de cárnicos, así como los riesgos operativos asociados al manejo de materiales y herramientas, aplicando los principios de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y de seguridad alimentaria, con el fin de prevenir riesgos sanitarios y laborales, y asegurar la calidad e inocuidad de los productos.

Describir de manera detallada la infraestructura, distribución, equipos y áreas funcionales de la planta de cárnicos, con el fin de comprender su organización, capacidad operativa y condiciones físicas en relación con los procesos productivos y de cumplimiento sanitario

Analizar la trazabilidad y eficiencia de los procesos de producción, detectando fallas en la estandarización y control de calidad en la planta agroindustrial de cárnicos en la Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-.

Metodología

Primera fase: Recopilación de información y evaluación de las normas

En esta fase, se llevó a cabo una revisión documental para analizar normativas aplicables y registros previos relacionados con el Área de Cárnicos. Posteriormente, se realizó una observación en campo para evaluar las condiciones actuales de infraestructura, higiene y seguridad. Para complementar esta evaluación, se aplicaron entrevistas al personal del área, con el fin de identificar las prácticas de seguridad e higiene, el nivel de conocimiento sobre normativas, así como las dificultades que enfrentaban en sus actividades diarias. Los datos recopilados fueron analizados para detectar problemáticas y priorizar las áreas críticas que requerían intervención.

Segunda fase: Evaluación detallada de riesgos y condiciones en la planta de cárnicos

En esta fase, se llevó a cabo un diagnóstico profundo de los problemas identificados durante la fase inicial. Se realizó una inspección exhaustiva de la infraestructura y los equipos de seguridad e higiene. Para profundizar en el diagnóstico, se utilizaron herramientas de análisis como el FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para comprender el contexto interno y externo de la planta. Se aplicó un diagrama de Ishikawa (causa-efecto) para identificar las causas raíz de los problemas detectados, lo que permitió una visión más clara de los factores que afectaban la operación. Finalmente, se desarrolló una matriz de priorización de problemas para clasificar los riesgos y áreas de mejora según su impacto y urgencia, lo que facilitó la toma de decisiones informadas sobre las acciones correctivas a implementar.

Este enfoque integral permitió obtener un diagnóstico preciso y detallado de las condiciones actuales del área de cárnicos y establecer las bases para implementar mejoras efectivas.

Fase final: Entrega y presentación del diagnóstico

En la última fase, se sistematizó la información obtenida y se elaboró un informe detallado con los hallazgos y problemáticas identificadas, acompañado de propuestas de mejora. Este diagnóstico fue presentado a los técnicos e ingenieros responsables del área de cárnicos mediante una exposición formal y la entrega de un documento final.

Recursos: Recursos humanos: como el personal del área de cárnicos (operadores, supervisores, técnicos e ingenieros). Recursos materiales: normativas y otros documentos relevantes, listas de verificación (checklist), hojas de control para la metodología 5S, y fotografías. Recursos tecnológicos: como herramientas digitales para el procesamiento de datos (Excel, Power point, Software estadísticos).

Análisis de la información

Identificación y Clasificación de los Resultados. En el proceso de diagnóstico, se recopilaron diferentes tipos de datos a través de observaciones directas, entrevistas y revisión documental, utilizando metodologías como la observación estructurada y las entrevistas semiestructuradas. Estos datos fueron organizados y clasificados de manera efectiva para facilitar su análisis y asegurar la objetividad en los resultados.

Primero, se registraron las condiciones de la infraestructura del área de cárnicos, observando problemas como el deterioro del piso, la falta de un sistema adecuado de ventilación y la ausencia de un extractor de humo. Estas deficiencias representaron riesgos tanto para la seguridad del personal como para la calidad de los productos. Además, se evaluó la disponibilidad y el estado de los equipos de seguridad, como extintores y sistemas de protección, con el fin de identificar posibles brechas en la seguridad del área.

Se prestó especial atención a la actualización de las capacitaciones en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y seguridad alimentaria, ya que la formación continua del personal es crucial para garantizar el cumplimiento de las normativas y la inocuidad de los productos.

Otro aspecto importante fue la organización de la bodega, ya que la falta de una adecuada clasificación y organización dificultaba el control de inventarios y la trazabilidad de los productos. Se recomendó implementar una base de datos centralizada que permita un control más eficiente de los insumos y facilite la gestión de inventarios, asegurando una trazabilidad efectiva.

Además, se analizaron los procesos productivos y la trazabilidad de los productos para identificar posibles ineficiencias o la falta de estandarización. En cuanto a la gestión de residuos, se verificó si la planta seguía prácticas adecuadas de clasificación y manejo, lo cual es esencial para garantizar la higiene y el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes.

Por último, se realizaron entrevistas con el personal, cuyo objetivo fue conocer las prácticas relacionadas con la higiene, seguridad y organización dentro de la planta, así como evaluar la percepción del personal sobre los procesos y las condiciones de trabajo.

Análisis de los problemas críticos

Una vez clasificados los datos, el siguiente paso fue identificar los problemas más críticos mediante herramientas analíticas como el análisis FODA y una matriz de priorización de problemas. Esta metodología permitió evaluar los problemas según su gravedad y urgencia, abordando cuestiones clave del área de cárnicos, como la falta de seguridad, el estado deficiente de la infraestructura y amenazas externas, como la presencia de plagas.

Se aplicó el diagrama de Ishikawa (diagrama de espina de pescado) para determinar las causas raíz de los problemas con mayor impacto. Esta herramienta facilitó la identificación de las áreas que requerían atención prioritaria, permitiendo así enfocar los esfuerzos de mejora en los aspectos más críticos.

Así mismo, se consideró la evaluación de riesgos potenciales, como la escasez de insumos o posibles cambios en las normativas sanitarias, que también podrían haber afectado el funcionamiento del área. Incluir estos factores en el análisis proporcionó una visión más integral, permitiendo anticipar problemas antes de que se convirtieran en crisis.

Propuesta de acción inmediata

Para abordar los problemas identificados, se recomendó la creación de un plan de acción con tareas asignadas, plazos definidos y responsables claramente establecidos. La implementación debía ser gradual, comenzando con la resolución de los problemas más críticos, como la seguridad y la infraestructura, seguidos de mejoras en los procesos productivos y la organización de la bodega. Un sistema de monitoreo periódico garantizó que las mejoras fueran sostenibles a largo plazo.

Resultados

Riesgos de seguridad industrial presentes en la planta de cárnicos

Recopilación de Información y Evaluación de las Normas. A través de entrevistas al personal a cargo y observaciones personalizadas, se lograron identificar las necesidades específicas del área de producción de cárnicos. Además, se elaboró una matriz de priorización para clasificar y abordar de manera estratégica las áreas críticas de mejora, lo que garantizó una implementación efectiva de las acciones correctivas. La recopilación de información permitió obtener una visión integral de los problemas y estableció las bases para abordar los desafíos de manera enfocada.

Segunda Fase. Mediante el proceso de gestión de riesgos, se identificaron y evaluaron los posibles fallos en los distintos procesos, como el deterioro de la infraestructura o los posibles fallos en los equipos de seguridad. La información obtenida se consolidó en una matriz, cuyo objetivo fue prevenir incidentes y optimizar los procedimientos, asegurando así la mejora continua de la eficiencia y la seguridad en el área de cárnicos. Esta fase contribuyó a identificar no solo los riesgos actuales, sino también a prever posibles amenazas futuras que podrían afectar la operación.

Sistematización y análisis de la información

Mediante el uso del Diagrama de Ishikawa, el análisis FODA y la matriz de priorización de problemas, se identificaron y evaluaron las fallas en los procesos, permitiendo un enfoque integral para detectar las causas raíz y priorizar las áreas

de mejora. Estas herramientas facilitaron un análisis profundo de las causas subyacentes de los problemas, lo que permitió una planificación más precisa de las acciones correctivas.

Tabla 1
FODA

FORTALEZAS • Maquinaria en buen estado • Limpieza en buen estado • Personal capacitado • Buenas prácticas de manufactura • Control de producción eficiente • Cumplimiento parcial con normas sanitarias • Innovación de productos nuevos • Uso de adictivos saludables	DEBILIDADES • Falta de aire acondicionado. • Falta de extractor de humo en el área de horneado. • Piso en mal estado, con riesgo de accidentes. • Fumigación deficiente. • Falta de señalización de los desechos. • Falta de actualización de capacitaciones de buenas prácticas de manufactura. • Cortinas de entrada en mal estado y cortas. • Mala organización de la bodega de especias. • Falta de personal en el área de producción. • Falta de materia prima.
OPORTUNIDADES • Expansión a nuevos mercados. • Implementación de certificaciones sanitarias. • Acceso a tecnologías para trazabilidad y etiquetado • Mayor demanda de productos cárnicos seguros y saludables	AMENAZAS • Posibles sanciones por incumplimiento de normativas sanitarias. • Riego de accidentes por infraestructura en mal estado. • Baja producción por falta de materia prima. • Presencia de mal olor por drenajes/desechos • Problemas de higiene y seguridad por falta de fumigación y extractor de humo.

Figura 4

Diagrama de Ishikawa de la problemática de la ENCA

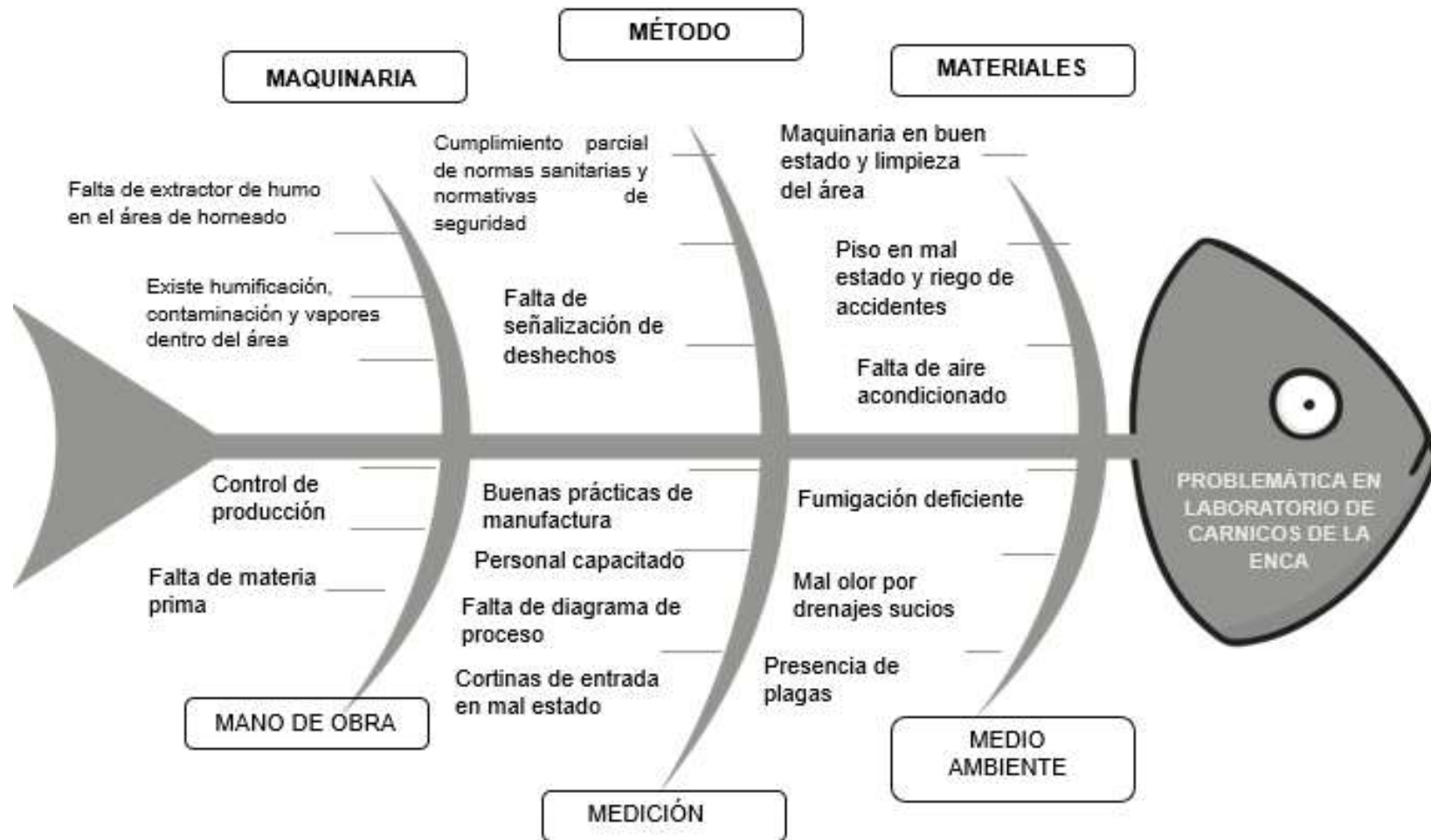


Tabla 2
Matriz de prioridad de problemas

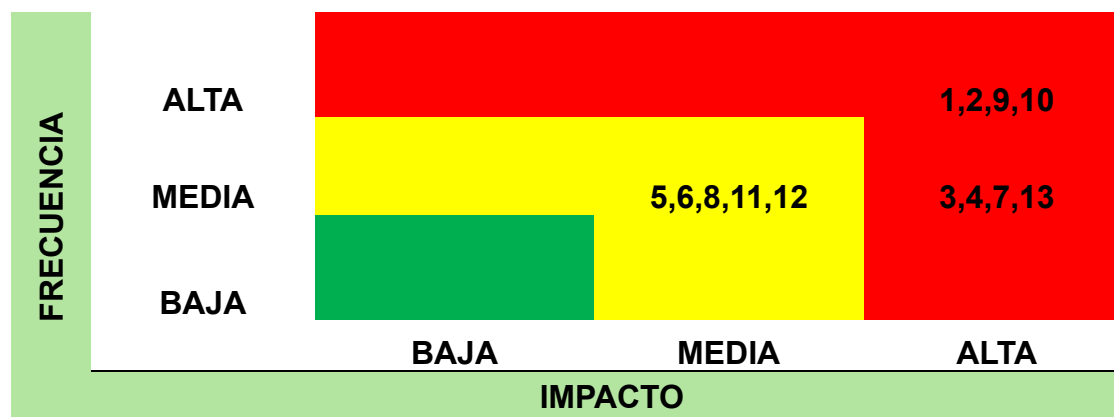
	FACTOR DE RIESGO	Tipo		RIESGO	DESCRIPCIÓN	POSIBLES CONSECUENCIAS	Frecuencia	Impacto	Probabilidad
		INTERNO	EXTERNO						
1	Piso en mal estado	X		Accidentes laborales	Suelo dañado y con riesgo de tropiezos o caídas	Lesiones al personal, posibles demandas o sanciones	Alta	Alta	Alta
2	Fumigación deficiente	X		Problemas de plagas	Falta de control de plagas en la planta	Contaminación de productos, sanciones sanitarias, cierre temporal	Alta	Alta	Alta
3	Falta de extractor de humo	X		Acumulación de humo en el área de horneado	Humo sin ventilación adecuada	Incomodidad para el personal, problemas respiratorios, incumplimientos de normativas	Media	Alta	Media
4	Falta de aire acondicionado	X		Condiciones laborales inadecuadas	Temperaturas elevadas en la planta	Disminución en la productividad, malestar en empleados	Alta	Media	Media

Continuación Tabla 2

5	Falta de señalización de desechos	X	Gestión deficiente de residuos	No hay rotulación para el manejo de desechos	Contaminación cruzada, sanciones sanitarias	Media	Media	Media
6	Cortinas de entrada en mal estado	X	Contaminación en la planta	Cortinas cortas o dañadas permiten el ingreso de polvo e insectos	Riesgo de contaminación de productos	Alta	Media	Media
7	Mala organización de la bodega de especias	X	Problemas de control de inventario	Materiales mal distribuidos, difícil acceso	Pérdida de insumos, contaminación cruzada, incumplimiento de norma	Media	Alta	Alta
8	Falta de personal en producción	X	Bajo rendimiento en la producción	Insuficiente mano de obra en el área	Retrasos en entregas, sobrecarga de trabajo, disminución en la calidad	Media	Media	Media
9	Falta de materia prima	X	Interrupción en la producción	Insuficiencia de insumos para operar	Pérdidas económicas, incumplimiento de pedidos, clientes insatisfechos	Alta	Alta	Alta

Continuación Tabla 2

10	Falta de capacitación de Buenas Prácticas de manufactura	X	Falta de capacitación en BPM	Deficiencia en la formación del personal sobre normativas y procedimientos adecuados en la manipulación de cárnicos, lácteos y frutas y hortalizas.	Contaminación de los productos por mala manipulación.	Media	Alta	Alta
11	Falta de inventario de especias	X	Falta de control en el abastecimiento de insumos	No hay un registro adecuado de stock	Desabastecimiento, afectación en la producción	Media	Alta	Alta
12	Presencia de mal olor	X	Condiciones insalubres	Limpieza inadecuada de drenajes o acumulación de desechos	Riesgo de sanciones, percepción negativa de clientes o Auditores	Media	Alta	Media



La matriz de prioridad de problemas presentada es una herramienta esencial para la gestión de riesgos en un entorno de producción del área de cárnicos. A través de la evaluación de la frecuencia, el impacto y la probabilidad de diversos riesgos, tanto internos como externos, se establece una jerarquía que permite priorizar acciones correctivas. Los riesgos internos como el piso en mal estado y la fumigación deficiente, ambos con alta probabilidad, impacto y frecuencia, exigen atención inmediata debido a su potencial para causar accidentes laborales y contaminación de productos. Asimismo, la falta de extractor de humo y de aire acondicionado afectan la salud de los empleados y el cumplimiento normativo. En cuanto a los riesgos externos, la mala organización de la bodega de especias y la falta de capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) destacan por su alta probabilidad de contaminación y mala manipulación de productos. La priorización de estos riesgos y la implementación de medidas preventivas son cruciales para garantizar la seguridad, la calidad del producto y el cumplimiento de las normativas.

Descripción general de la planta

La planta agroindustrial de cárnicos de la ENCA, con una superficie de 17.24 m de largo por 16.66 m de ancho, se distribuye funcionalmente en un cuarto frío para refrigeración, un cuarto congelado para almacenamiento a bajas temperaturas y un área de horneado. Cuenta con dos oficinas administrativas ubicadas estratégicamente, baños separados para hombres y mujeres, y dos bodegas para almacenamiento de insumos. El núcleo operativo es la planta de producción de embutidos, equipada con mesas de trabajo, embutidora, mezcladora, molino y área de empaque, donde se concentra la mayor parte del trabajo operativo

En la Figura 5 se muestra la información de cómo se encuentra distribuida la planta agroindustrial de cárnicos.

Figura 5
Croquis de la planta agroindustrial de cárnicos



Infraestructura y condiciones operativas

Se identifican deficiencias críticas en la infraestructura, como el deterioro del piso en la planta de producción, lo cual representa un riesgo tanto para la seguridad del personal como para la higiene del área. Asimismo, la ausencia de un sistema de ventilación adecuado (no hay aire acondicionado ni extractores de humo) genera condiciones ambientales desfavorables para la conservación de productos y el bienestar del personal.

Adicionalmente, se observa la necesidad de implementar un programa de actualización continua en temas de inocuidad, buenas prácticas de manufactura (BPM) y seguridad alimentaria. La capacitación periódica del personal es fundamental para garantizar que los procesos se realicen conforme a la normativa vigente, mejorar la eficiencia operativa y reducir los riesgos de contaminación en la cadena de producción.

Procesos de desposte y producción

En esta planta sí se realiza el desposte de la carne, pero únicamente como parte del proceso interno de elaboración de productos. La carne despostada no se comercializa directamente, ya que la venta se realiza en el rastro de la ENCA. El enfoque está en la transformación de materias primas en productos derivados, destinados tanto al ENCA Market como a la cocina institucional encargada de la alimentación de los estudiantes.

Materias primas y productos elaborados: Las principales carnes utilizadas son de cerdo, aunque también se trabaja con pollo y ocasionalmente res, conejo y cabra. Los productos elaborados incluyen:

- **Longanizas y chorizos** (con una longitud aproximada de 10 cm)
- **Costillas y lomos** (adobados, ahumados o en chimichurri)
- **Pollo adobado, ahumado y en chimichurri**
- **Musquí**, elaborado a partir de vísceras en la planta agroindustrial de frutas y hortalizas

Todos los productos, excepto los embutidos, se empacan en porciones de una libra.

Proceso de producción

El proceso de producción de embutidos, tal como se describe a continuación, se organiza en varias etapas secuenciales dentro de la planta agroindustrial de cárnicos:

Materia Prima (entrada). El proceso comienza en el cuarto frío, donde se almacenan las carnes a temperaturas controladas entre 3 y 5 °C. La carne y otros ingredientes, como especias y aditivos, son recibidos en esta área. Antes de ser procesada, la carne se deja en un proceso de descongelado durante aproximadamente 12 h para asegurar que alcance condiciones óptimas para su manipulación.

Molienda y Mezclado. Una vez descongelada, la carne es trasladada hacia el molino (uno) para ser molida, lo que permite obtener una masa más uniforme. Posteriormente, el producto molido se pasa a la mezcladora (dos), donde se

incorpora con otros ingredientes y condimentos, asegurando una mezcla homogénea que proporcionará el sabor característico de los embutidos.

Embutido. La mezcla resultante se traslada a la embutidora (tres), donde se introduce en tripas naturales o sintéticas, formándose así los embutidos. Este proceso garantiza que los productos cárnicos tengan la forma y tamaño requeridos para su comercialización.

Procesamiento Adicional (mesa). Una vez embutidos, los productos pasan a una mesa de trabajo (4), donde pueden ser inspeccionados, atados o sometidos a algún otro tipo de procesamiento manual antes del empaque. Este paso también puede incluir la corrección de forma o tamaño y la verificación de la calidad del producto.

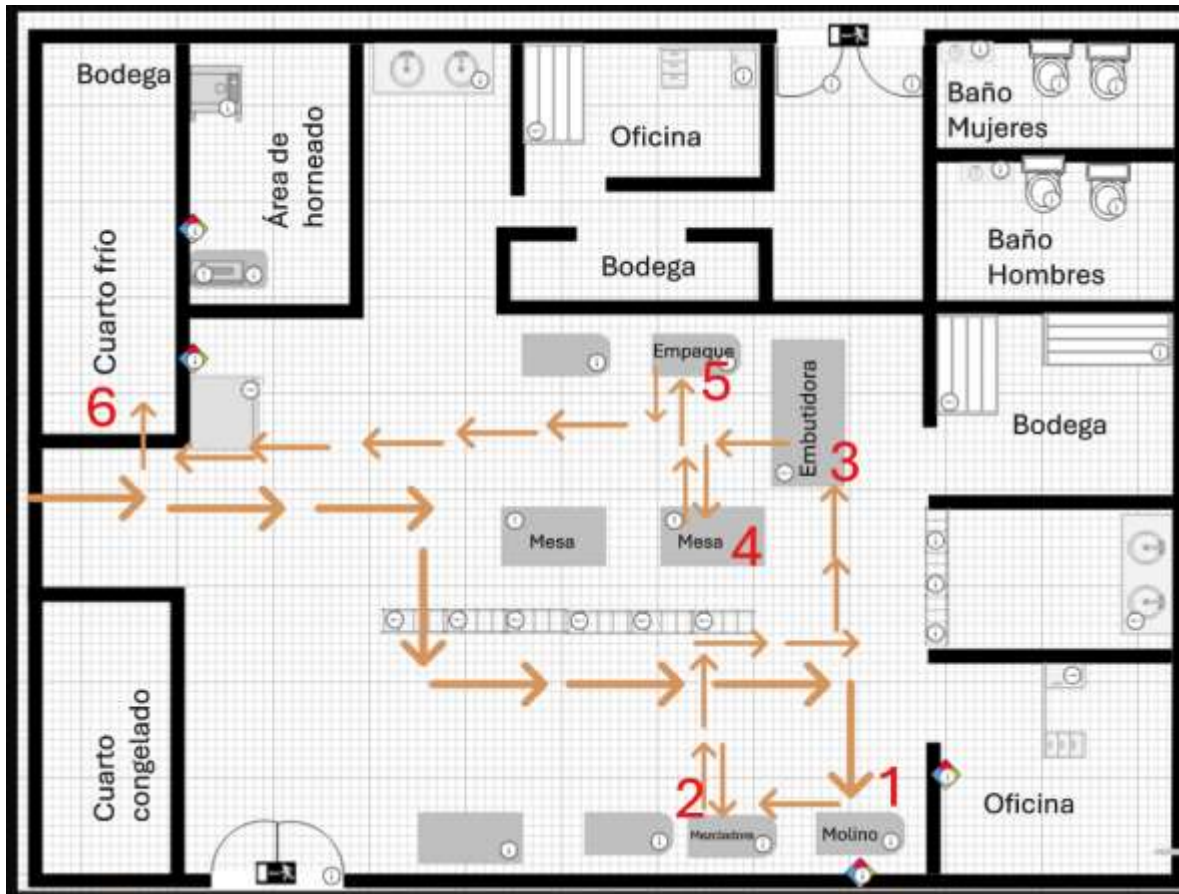
Empaque. Los embutidos listos para ser distribuidos se trasladan al área de empaque (5). En esta etapa, los productos son envasados, etiquetados y preparados para su distribución o almacenamiento.

Almacenamiento en Frío. Finalmente, los productos empacados son almacenados en el cuarto frío (6), donde se conservan a temperaturas controladas entre 3 °C y 5 °C, hasta su salida. Este paso es fundamental para garantizar la conservación y calidad de los embutidos hasta su comercialización.

Destinos de los productos elaborados. Los productos cárnicos elaborados en la planta tienen dos destinos principales:

ENCA Market. Una parte de la producción se destina para su venta en el mercado institucional de la ENCA, donde los productos estarán disponibles para los consumidores.

Cocina Institucional. Otra parte se destina a la cocina institucional, encargada de la preparación de alimentos para los estudiantes de la ENCA.

Figura 6*Proceso para la elaboración de productos cárnicos****Rendimiento del cerdo y volumen de carne:***

Durante el desposte se eliminan huesos y partes no aprovechables, como patas, cabeza y vísceras. A continuación, se presenta un ejemplo de rendimiento:

- Peso vivo del cerdo: 160 lb
- Peso de la canal: 115.2 lb
- Partes eliminadas: 28 lb (patas, cabeza y vísceras)
- Canal despojada: 87.2 lb
- Peso del cuero: 14.4 lb (si se retira)

Las partes que se quitan

- Patas: Si se eliminan las patas, se pueden perder entre 4 y 8 lb, dependiendo del tamaño del cerdo.
- Cabeza: La cabeza de un cerdo puede pesar entre 6 y 8 lb, dependiendo del tamaño.
- Vísceras: El peso de las vísceras (intestinos, hígado, pulmones, etc.) es bastante variable, pero suelen representar entre el 10 % y 12% del peso vivo del cerdo. En este caso, vamos a estimar un 10 % del peso vivo, es decir, 16 lb.

Cálculo

Se quitan las patas, cabeza y vísceras del peso de la canal:

- Patas + cabeza + vísceras = 16 (vísceras) + 6 (cabeza) + 6 (patas) $\approx$ 28 lb
- Peso de la canal despojada = 115.2 lb (canal) - 28 lb (partes eliminadas) = 87.2 lb

Resultado final

El peso de la carcasa despojada (sin vísceras, cabeza y patas) sería aproximadamente 87.2 lb de carne, grasa y huesos.

El cuero o piel del cerdo es otro componente importante en el proceso de faenado, especialmente si se va a utilizar para hacer productos como chicharrones o curados de piel.

Volumen de carne aprovechable

La canal de 115.2 lb (52,232.32 g) representa un volumen estimado de 51.23 L de carne útil para la producción.

Descongelado y características de la carne

La carne congelada se somete a un proceso de descongelado durante 12 h antes de su procesamiento, garantizando condiciones óptimas para la manipulación.

Las características que se consideran para asegurar la calidad son:

- Color: Brillante y uniforme, sin manchas ni decoloraciones

- Olor: Neutro o ligeramente característico del tipo de carne
- Textura: Firme al tacto, no viscosa
- Grasa: Blanca o ligeramente amarillenta, sin signos de rancidez
- pH: Entre 5.4 y 5.8, indicando carne en buen estado

Organización del trabajo

La planta opera bajo la responsabilidad de una sola persona, quien labora de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 3:30 p.m. Los días designados para procesamiento son lunes, miércoles y viernes.

Maquinaria disponible: La producción en la planta de cárnicos de la ENCA se apoya en maquinaria especializada, que garantiza la eficiencia, precisión y calidad en cada fase del proceso. Las máquinas disponibles son:

- **Marmita de gas a presión (MPG9-20):** Este equipo permite la cocción de grandes cantidades de productos cárnicos mediante un sistema de presión y calor controlado. Ideal para procesar carnes y otros ingredientes en una sola operación, asegurando la consistencia y uniformidad en los productos elaborados. Como se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Marmita Industrial MPG9-20 para Cocción a Presión



- **Empacadora al vacío (EV-208):** La empacadora al vacío es esencial para preservar la frescura y calidad de los productos cárnicos. Al eliminar el aire del envase, ayuda a prolongar la vida útil de los productos, previniendo la oxidación y el deterioro bacteriano. Como se muestra en la Figura 8.

Figura 8

Empacadora al vacío dentro del área de cárnicos



- **Embutidora Mainca EM-30:** Esta embutidora está diseñada para la producción de embutidos como chorizos y longanizas. Su sistema permite el llenado rápido y preciso de las tripas, con un control perfecto de la cantidad y consistencia del producto, mejorando la eficiencia del proceso, Figura 9.

Figura 9

Embutidora EM-30 para Producción de Chorizos y Longanizas



- **Molino Biro 7552:** El molino Biro es utilizado para triturar y picar la carne en diversas aplicaciones de procesamiento. Con su potente motor y sistema de corte, garantiza una molienda uniforme y rápida, lo que es esencial para la preparación de embutidos y otros productos, como en la Figura 10.

Figura 10

Molino triturador Biro 7552 utilizado para la molienda de la carne



- **Mezcladora Talsa MIX-P:** Esta mezcladora asegura una mezcla homogénea de carnes, especias y otros ingredientes. Su diseño permite un mezclado eficiente, que optimiza la distribución de los aditivos y mejora la textura del producto final, como en la Figura 11.

Figura 11

Mezcladora Talsa MIX-P utilizada para mezclar ingredientes con la carne



- **Cutter Mainca CM-41:** El cutter es una herramienta clave para la emulsión de carnes y la preparación de productos como patés y otros productos finos. Gracias a sus cuchillas de alta velocidad y precisión, permite lograr una textura suave y uniforme, mejorando la calidad de los productos elaborados, como en la Figura 12.

Figura 12

Emulsionadora de carnes Cutter Mainca CM-41



- **Horno convencional modelo SG:** Este horno está diseñado para la cocción uniforme de productos cárnicos, ofreciendo un control preciso de la temperatura y tiempos de cocción. Ideal para procesos que requieren una cocción lenta y controlada, como el ahumado o la preparación de carnes adobadas. Su capacidad y diseño aseguran una distribución del calor eficiente, lo que garantiza productos con una textura y sabor consistentes en cada lote.

Figura 13

Horno convencional para cocimiento lento para carnes ahumadas



Control de temperaturas y seguimiento

Las temperaturas son monitoreadas semanalmente conforme a las normas de inocuidad:

- Cuarto frío: Entre 3 y 5 °C
- Cuarto congelado: Entre -15 y -20 °C

Estos registros aseguran la correcta conservación de los productos y ayudan a prevenir pérdidas.

Gestión y control de producción

Se elaboran informes semanales de producción, los cuales permiten llevar control sobre:

- Producción semanal
- Registro de limpieza
- Control de temperatura del cuarto frío y cuarto congelado
- Limpieza de pediluvio

Esto facilita una gestión más eficiente, organizada y trazable dentro del área de producción.

Trazabilidad y eficiencia de los procesos de producción

Trazabilidad de obtención de materia prima

1. Producción Animal (Granja)

- Identificación del animal: Verificar que cada animal tenga un registro único (número de arete o tatuaje/ código de lote) que permita seguirlo a lo largo de todo el proceso.
- Origen: Producción animal de la ENCA cumple con las regulaciones sanitarias.
- Fecha de nacimiento o ingreso del animal: Para conocer
- Raza y sexo
- Alimentación recibida: Tipo de alimento, fechas, proveedor
- Tratamientos veterinarios: Medicamentos, vacunas, fechas, retiro
- Condiciones de manejo: Bienestar animal, registros sanitarios

Tabla 3

Datos de identificación del cerdo antes de ingresar al matadero

Campo	Descripción
Identificación del Animal	Arete N° 12345
Origen	Granja de Producción ENCA
Fecha de Ingreso	01/01/2025
Raza	Holstein
Sexo	Hembra
Alimentación	Forraje, Soya, Maíz, Proveedor: Alimentos S.A., Fechas: 01/01/2025 - 15/02/2025
Tratamientos Veterinarios	Vacuna contra fiebre aftosa, Fecha: 02/01/2025, Retiro: 10 días
Bienestar Animal	Espacio adecuado, agua disponible 24/7, control de temperatura
Registros Sanitarios	Control de enfermedades realizado cada mes

2. Transporte hacia el Matadero

- Fecha de transporte
- Empresa o persona responsable del transporte
- Condiciones del vehículo: Limpieza, temperatura, ventilación
- Duración del traslado
- Número de animales transportados

3. Sacrificio (Planta de Beneficio)

- Fecha de sacrificio
- Número de lote de sacrificio
- Número de canal / identificación post-mortem
- Evaluación sanitaria: Aprobado / Condicionado / Rechazado
- Inspector veterinario responsable
- Peso canal caliente

4. Transporte de la carne al Laboratorio

- Fecha de salida del matadero
- Vehículo utilizado: Placas, condiciones sanitarias
- Temperatura durante el transporte
- Empresa de transporte / chofer
- Destino: Nombre del laboratorio de cárnicos

5. Recepción en el Laboratorio de Cárnicos

- Fecha y hora de recepción
- Identificación del producto recibido: Canal entera / mitades / cortes
- Peso recibido
- Condiciones sanitarias al recibir: Temperatura, apariencia
- Registro del ingreso en el sistema
- Responsable de la recepción

6. Procesamiento en la Planta de Cárnicos

- Tipo de producto elaborado: Chorizo, longaniza lomo, y costilla
- Fecha de elaboración
- Código de lote de producción

- Ingredientes y aditivos utilizados
- Condiciones del proceso: Temperatura, tiempo, maquinaria usada
- Empaque y etiquetado
- Destino final del producto: Venta interna, distribución, investigación, etc.

Figura 14

Proceso de trazabilidad de cerdos en la ENCA



Conclusiones

El diagnóstico realizado en el área de cárnicos de la Escuela Nacional Central de Agricultura identificó deficiencias en seguridad industrial, especialmente en ventilación, equipos y distribución de espacios, lo que representa riesgos para el personal y la inocuidad de los productos. También se detectaron fallas en el manejo de materiales debido a una débil aplicación de las BPM y falta de capacitación. Se recomienda mejorar la infraestructura, reforzar los protocolos de seguridad y capacitar al personal para reducir riesgos sanitarios y laborales.

El diagnóstico permitió describir con detalle la organización física de la planta, detectando deficiencias estructurales y de diseño que afectan la eficiencia operativa y el cumplimiento de normativas sanitarias. Las áreas clave presentan problemas como desgaste en instalaciones, disposición inadecuada del flujo de procesos, y deficiencias en equipos críticos. Estas condiciones impactan negativamente tanto en la productividad como en la calidad final del producto. Se concluye que es necesario rediseñar y adecuar ciertos espacios, así como modernizar algunos equipos, con el fin de optimizar la operación de la planta y asegurar un entorno higiénico acorde a los estándares establecidos.

El análisis reveló debilidades significativas en los sistemas de trazabilidad y control de calidad, principalmente por la falta de registros sistematizados y de procedimientos estandarizados. Esta situación compromete la capacidad de rastrear adecuadamente los productos, afectando su consistencia y seguridad. Además, la variabilidad en los procesos indica la necesidad de establecer controles más rigurosos. Se concluye que la implementación de un sistema eficiente de trazabilidad, junto con la estandarización de los procesos y controles de calidad, es esencial para garantizar productos confiables, seguros y alineados con las exigencias normativas y del mercado.

Referencias

- ENCA. (2022). *Organigrama de la Escuela Nacional Central de Agricultura ENCA*.
<https://www.enca.edu.gt/wp-content/uploads/2023/06/ORGANIGRAMAS-GENERALES-DE-ENCA-2022.pdf>
- ENCA. (2025). *ENCA*. <https://www.enca.edu.gt/empleos/>
- Estrada Quiroa, H. R. (2008). *Trabajo de graduación sobre la investigación agropecuaria y forestal, estado actual y fortalecimiento de su desarrollo en la Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva*. Guatemala: [Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala].
- Meda Sáenz, J. C. (2019). *Diagnostico de aguas residuales dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Finca Barcena, Municipio de Villa Nueva*. Guatemala: Escuela Nacional Central de Agricultura.

Anexos

Condiciones actuales que presenta el área de cárnicos en la ENCA.

Riesgos de seguridad industrial presentes en la infraestructura de la planta de cárnicos

Figura 15A

Botes de basura sin identificación para la clasificación de desechos en la ENCA



Figura 16A

Área de producción de productos cárnicos de la ENCA



Figura 17A
Área de horneado en la ENCA



Figura 18A
Bodega desorganizada



Trazabilidad y eficiencia de los procesos de producción en la planta de cárnicos

Figura 19A. *Apertura abdominal y limpieza interna durante el procesamiento del cerdo*



The seal of the Universidad Autónoma de Coahuila de Matamoros is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. Inside the shield, there is a golden castle on the left, a golden lion on the right, and a central figure of a person in a red and white robe. Above the shield is a golden crown. The shield is flanked by two golden pillars. The entire seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CETERA".

CAPÍTULO II

**APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO
ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE
CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA.**

APLICACIÓN DE ADITIVOS FUNCIONALES DE ORIGEN NATURAL COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA A ADITIVOS QUÍMICOS EN LA FORMULACIÓN DE CHORIZO COLORADO EN LA PLANTA DE CÁRNICOS DE LA ENCA

APPLICATION OF NATURAL FUNCTIONAL ADDITIVES AS A TECHNOLOGICAL ALTERNATIVE TO CHEMICAL ADDITIVES IN THE FORMULATION OF RED SAUSAGE (CHORIZO COLORADO) AT THE MEAT PROCESSING PLANT OF ENCA

RESUMEN

La investigación se realizó en la Planta de Cárnicos de la ENCA con el propósito de evaluar la sustitución de aditivos químicos, específicamente la Sal Praga, por aditivos funcionales naturales en chorizo colorado. Esta iniciativa responde a la demanda de alimentos más saludables, a la reducción del consumo de sodio promovida por la OMS y al cumplimiento de normativas internacionales (Codex Alimentarius, COGUANOR, Reglamento CE 1333/2008).

Se empleó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos: extracto de apio, apio en polvo, humo líquido y un testigo con Sal Praga. Los embutidos elaborados se evaluaron mediante análisis fisicoquímicos (pH, humedad, grasa, proteína y cenizas) y sensoriales (color, aroma, textura y aceptación global), procesados con ANOVA y prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Los resultados mostraron que el extracto de apio fue la alternativa más estable y similar al testigo en color y textura; el apio en polvo aportó mejor aroma, aunque con mayor humedad; y el humo líquido obtuvo la mejor aceptación en producto cocido. Bajo refrigeración y empaque al vacío, todos los tratamientos conservaron aceptación sensorial por más de 20 días, mientras que sin vacío la vida útil se redujo a siete días.

Se concluye que el extracto de apio constituye la opción más adecuada para sustituir parcialmente la Sal Praga, permitiendo obtener un chorizo colorado aceptable, seguro y acorde con las tendencias de consumo saludable e innovación agroindustrial.

Palabras clave: chorizo colorado, aditivos funcionales, extracto de apio, apio en polvo, humo líquido, Sal Praga, vida útil sensorial.

GLOSARIO

Término	Definición
Aditivos químicos	Sustancias añadidas intencionalmente a los alimentos con fines tecnológicos, como conservación, estabilización de color, textura o sabor.
Aditivos funcionales	Ingredientes de origen natural que, además de cumplir funciones tecnológicas, aportan beneficios como actividad antioxidante o antimicrobiana.
Ahumado tradicional	Proceso de conservación y saborización de carnes mediante la exposición al humo de maderas, que transfiere compuestos fenólicos, aromáticos y antimicrobianos.
Análisis sensorial	Técnica que evalúa color, aroma, sabor, textura y aceptación de un alimento a través de la percepción humana.
AOAC	Association of Official Analytical Chemists. Organización que establece métodos analíticos estandarizados en alimentos.
Apio en polvo	Producto obtenido de la deshidratación y molienda del apio (<i>Apium graveolens</i>), rico en nitratos que actúan como agentes de curado naturales.
Codex Alimentarius	Normas alimentarias internacionales de la FAO y la OMS para proteger la salud del consumidor y garantizar prácticas justas en el comercio de alimentos.
Escala hedónica	Herramienta de análisis sensorial que mide el grado de aceptación de un producto (1 = me disgusta mucho, 5 = me gusta mucho).
Extracto de apio	Concentrado líquido de apio fresco, rico en nitratos que se convierten en nitritos durante el procesamiento, generando efectos de conservación y color.

Término	Definición
Inocuidad alimentaria	Condiciones y prácticas que garantizan que los alimentos no causen daño al consumidor cuando se preparan y consumen adecuadamente.
Microbiología de alimentos	Estudia la presencia y comportamiento de microorganismos en los alimentos, como bacterias, hongos, levaduras y patógenos.
Nitrito/Nitrato de sodio	Conservantes químicos usados en embutidos para inhibir microorganismos y mantener el color rojo de la carne curada.
pH	Medida de acidez o alcalinidad. En cárnicos es clave para conservación y control de microorganismos.
Sal Praga	Mezcla de sal común y nitrito/nitrato de sodio utilizada como agente de curado en cárnicos; también conocida como “sal de cura” o “polvo de Praga”.
Vida útil sensorial	Tiempo durante el cual un alimento mantiene color, aroma, textura y sabor aceptables, según la evaluación sensorial de consumidores.

Introducción

La industria cárnica mundial enfrenta el reto de responder a consumidores cada vez más conscientes de su salud y de la inocuidad de los alimentos. Tradicionalmente, la conservación, el color y la seguridad microbiológica de los embutidos se han asegurado mediante el uso de nitritos y nitratos, presentes en la sal de cura o Sal Praga. No obstante, la evidencia científica ha asociado su consumo prolongado con riesgos de enfermedades no transmisibles, lo que ha impulsado iniciativas globales, como la estrategia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que busca reducir en un 30 % la ingesta de sodio para el año 2025. En Guatemala, estas tendencias coinciden con la necesidad de desarrollar productos más saludables y alineados con normativas internacionales, tales como el Codex Alimentarius, la Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17, RTCA 67.04.54:10 y el Reglamento (CE) N.º 1333/2008.

En este contexto, la Planta Agroindustrial de Cárnicos de la (ENCA) constituye un espacio idóneo para investigar la sustitución de aditivos químicos por alternativas funcionales de origen natural, como el extracto de jugo de apio concentrado, el apio en polvo y el humo líquido. La investigación se enfocó en la formulación, procesamiento y análisis de chorizo colorado, con el fin de evaluar los efectos de dichos sustitutos en sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

El estudio se desarrolló bajo un diseño completamente al azar con tres tratamientos: extracto de jugo de apio concentrado, apio en polvo, humo líquido y un testigo con Sal Praga. Los embutidos elaborados fueron sometidos a análisis de pH, humedad, grasa, proteína y cenizas, además de pruebas sensoriales en color, aroma, textura y aceptación global mediante un panel entrenado. Los resultados se procesaron estadísticamente con ANOVA y prueba de Friedman ($p < 0.05$).

La estructura del documento comprende: la definición del problema y los objetivos de la investigación; el marco teórico que fundamenta el estudio; la metodología experimental utilizada; los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales; la discusión comparada con literatura científica; y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

Definición del problema

La reducción en el consumo de sal constituye una estrategia prioritaria a nivel mundial en la prevención de enfermedades no transmisibles (ENT), como la hipertensión arterial, las patologías cardiovasculares y los accidentes cerebrovasculares. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha establecido como meta alcanzar una disminución del 30 % en la ingesta de sodio para el año 2025, en respuesta a la evidencia científica que relaciona el consumo excesivo de sal con un mayor riesgo de dichas enfermedades (OPS, 2025).

Actualmente, en la planta de cárnicos de la ENCA se emplean aditivos químicos tradicionales en la elaboración de productos. Si bien estos aditivos cumplen funciones tecnológicas esenciales como la conservación, la mejora de la textura y la potenciación del sabor, su uso prolongado ha generado crecientes preocupaciones en torno a los posibles efectos negativos sobre la salud pública. Paralelamente, el cumplimiento de normativas internacionales y nacionales, como el Codex Alimentarius, la Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17, RTCA 67.04.54:10 y el Reglamento (CE) N.º 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, resulta indispensable para garantizar la inocuidad y la aceptación comercial de los productos.

En este contexto, surge la necesidad de investigar la viabilidad de sustituir aditivos químicos por aditivos funcionales de origen natural que cumplan con la legislación vigente, contribuyan a la reducción del sodio y mantengan o mejoren las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los embutidos. Esta línea de investigación busca no solo mejorar los procesos de producción de la planta agroindustrial de la ENCA, sino también aportar al desarrollo de productos más saludables y sostenibles, alineados con los objetivos de salud pública y seguridad alimentaria.

A partir de este problema, se formula la siguiente pregunta general de investigación:

¿Cuál es el efecto de sustituir aditivos químicos por aditivos funcionales en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los embutidos elaborados en la planta agroindustrial de cárnicos de la ENCA?

De esta se derivan las siguientes preguntas específicas:

1. ¿Qué aditivos funcionales cumplen con los requisitos normativos para ser utilizados en embutidos?
2. ¿Cómo afecta la sustitución de aditivos químicos por aditivos funcionales en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de los embutidos?
3. ¿Existe una diferencia significativa entre los embutidos tradicionales y aquellos elaborados con aditivos funcionales respecto a su calidad e inocuidad?

El desarrollo de este estudio tendrá un impacto significativo en la Planta de Cárnicos de la ENCA, ya que permitirá fortalecer la innovación tecnológica mediante la incorporación de alternativas naturales que mejoren la calidad y seguridad de los productos elaborados. La aplicación de aditivos funcionales como el extracto y polvo de apio o el humo líquido, no solo contribuye a la reducción del uso de aditivos químicos tradicionales, sino que también fomenta la producción de alimentos más saludables, sostenibles y alineados con las tendencias del mercado actual. Asimismo, los resultados generados servirán como referencia científica y técnica para la industria cárnica local, ofreciendo modelos de formulación y procesamiento que pueden ser replicados por pequeñas y medianas agroindustrias, impulsando así la competitividad, la inocuidad alimentaria y la sostenibilidad del sector cárnico guatemalteco.

Justificación

La creciente demanda de productos naturales y saludables por parte de los consumidores está impulsando a la industria alimentaria a replantear y reformular los productos tradicionales, orientándose hacia alternativas que reduzcan el uso de aditivos sintéticos y mejoren el perfil nutricional. Diversos estudios han demostrado que algunos aditivos artificiales, utilizados comúnmente como conservantes, colorantes o potenciadores de sabor, pueden estar asociados con efectos adversos para la salud, tales como reacciones alérgicas, trastornos metabólicos e incluso riesgos potenciales de carcinogenicidad cuando se consumen en exceso o durante periodos prolongados. Estos hallazgos han generado mayor conciencia entre los consumidores y han llevado a una presión creciente sobre los productores para ofrecer alimentos más limpios y transparentes en su composición.

En el caso de la planta agroindustrial de cárnicos de la ENCA, es fundamental innovar en el uso de aditivos, alineando la producción con las tendencias del mercado y las exigencias regulatorias. La Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17, RTCA 67.04.54:10, el Codex Alimentarius, y el Reglamento (CE) N.º 1333/2008 establecen las directrices para el uso seguro y aceptable de aditivos en productos alimentarios, lo que obliga a garantizar que cualquier sustitución o modificación cumpla con dichas disposiciones legales.

Este estudio representó una oportunidad estratégica para fortalecer las capacidades productivas de la planta, ya que permitió identificar y aplicar prácticas más sostenibles, responsables con el ambiente y socialmente aceptadas. Además, proporcionó evidencia técnica sólida que podrá ser utilizada como base para el desarrollo y la implementación de nuevos productos agroindustriales que respondan a las exigencias de los mercados actuales. De esta manera, se contribuyó no solo al posicionamiento de ENCA como una institución educativa e innovadora, sino también al fortalecimiento de la agroindustria nacional mediante la generación de conocimiento aplicado y soluciones adaptadas a las necesidades de los consumidores y del sector productivo.

Marco teórico

Marco conceptual

Aditivos Químicos. Un aditivo alimentario es toda sustancia que, aunque no se consume de manera habitual como alimento ni se utilice como ingrediente principal, se incorpora intencionalmente a los productos durante su fabricación, procesamiento, preparación, envasado o almacenamiento, con el fin de cumplir un propósito tecnológico, incluido el sensorial. A diferencia de los contaminantes, los aditivos forman parte del alimento o influyen directamente en sus propiedades (Bruno, 2024).

Principales Químicos Utilizados. Zabala, (2024); menciona los siguientes aditivos químicos que a continuación se describen.

Ácido Ascórbico (Vitamina C y sus sales). El Ácido Ascórbico actúan como antioxidantes, evitando que las grasas se oxiden y desarrollen rancidez. Además, fortalecen la efectividad de los nitritos. Se emplean en forma de ácido ascórbico (E300) o como ascorbato de sodio (E301). Se aconseja incorporar entre 500 y 1000 partes por millón (ppm) en la mezcla.

Fosfatos. Los Fosfatos ayudan a retener la humedad en el chorizo, mejorando su jugosidad y textura, también estabilizan las proteínas de la carne. Se utilizan fosfatos como tripolifosfato de sodio (E451) y difosfato de sodio (E450). Se sugiere utilizar hasta 5000 ppm, pero siempre debe verificarse la normativa local.

Lactato de sodio y Diacetato de Sodio. Estas actúan como conservantes antimicrobianos que prolongan la vida útil del producto y ayudan a controlar la proliferación de bacterias y hongos. Puede usarse lactato de sodio (E325) y diacetato de sodio (E262). A una dosis entre 1000 y 3000 ppm.

Glutamato monosódico (MSG). Se utiliza como potenciador del sabor para realzar los perfiles de sabor umami del chorizo, utilizado el Glutamato monosódico (E621) a una dosis recomendada menor a 1 g por kilogramos de mezcla.

Nitritos y Nitratos. Actúan como conservante para prevenir el crecimiento de bacterias, especialmente *Clostridium botulinum*, puede causar botulismo, ayuda a mantener el color rojo característico del chorizo. Suele utilizarse en forma de sales de

sodio o potasio, como nitrito de sodio (E250) y nitrato de sodio (E251). A una dosis recomendada de un máximo de 150 ppm.

De los nombres comerciales más utilizados son Nitrito de sodio o Cura #1 y Nitrato de sodio o Cura #2, esto se conoce como sal Praga, en la cual se enfocará la investigación.

Sal Praga. En la industria, los más empleados se encuentran en la Sal de Cura o Sal Praga, compuesta por una mezcla de nitrito y nitrato de sodio con cloruro de sodio. Esta actúa como conservador y estabilizador de color, siendo más eficaz que la sal común en la prevención del deterioro microbiológico. Existen dos tipos: el Polvo de Praga n.º 1 (6.25 % nitrito de sodio + 93.75 % sal) y el Polvo de Praga n.º 2 (6.25 % nitrito de sodio + 4 % nitrato de sodio + 89.75 % sal), ambos con un uso restringido por su alta concentración y potencial toxicidad (Gavilán & Muniesa, 2025).

- Componentes

Según Bradley Smoker, (2023) menciona que: El polvo de Praga n.º 1 contiene 6,25 % de nitrito de sodio y 93,75 % de sal de mesa o cloruro de sodio. En resumen, contiene una parte de nitrito de sodio y 15 partes de sal. El polvo de Praga n.º 2 es una mezcla de 6,25 % de nitrito de sodio, 4 % de nitrato de sodio y 89,75 % de sal. Es extremadamente salado y nunca debe consumirse como sal común.

- Aditivos funcionales

Antioxidantes naturales

Los antioxidantes naturales son compuestos bioactivos presentes en plantas, frutas y vegetales que inhiben la oxidación de lípidos y otros componentes alimentarios, evitando la formación de compuestos dañinos y rancidez. En productos cárnicos, ayudan a conservar el color, el sabor y la calidad nutricional del producto final. Ejemplos relevantes son los extractos vegetales como el jugo de apio, ricos en nitratos, que pueden actuar también como agentes de curado naturales (Toldrá, 2007).

Jugo de Apio y Apio en Polvo. Ambos contienen nitratos naturales que, mediante la acción de microorganismos durante la fermentación, se transforman en

nitritos con funciones de conservación y estabilización del color (Sebranek & Bacus, 2025).

Curado térmico. Proceso que combina calor con aditivos específicos para garantizar la inocuidad microbiológica y estabilizar las propiedades sensoriales del producto. Se utiliza ampliamente en jamones cocidos y embutidos (DIRECCIÓN DE SALUT, 2025).

Humo líquido. El humo líquido es una solución acuosa obtenida por condensación del humo de madera. Se utiliza como aroma autorizado en productos cárnicos para conferir sabor ahumado, así como para mejorar propiedades sensoriales y de conservación, incluyendo efectos antimicrobianos y de coloración (Toldrá, 2007). Aunque técnicamente en ciencia de alimentos puede considerarse un aditivo funcional, normativamente se clasifica como un aroma bajo ciertos límites de uso establecidos en la legislación correspondiente.

Normativas

Codex Alimentarius. constituye la principal referencia internacional en materia de aditivos alimentarios. Elaborado por la FAO y la OMS, este compendio establece las sustancias autorizadas y las condiciones bajo las cuales pueden ser utilizadas, con el objetivo de proteger la salud del consumidor y garantizar prácticas justas en el comercio internacional de alimentos. En el contexto de los productos cárnicos, el Codex define límites máximos de concentración y clasifica los aditivos según su función tecnológica, sirviendo como marco de armonización para los países miembros (CODEX ALIMENTARIUS, 2025).

Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17 y 67.04.54:10 (Aditivos Alimentarios). Regula de forma específica el uso de aditivos alimentarios en productos de consumo humano. Este reglamento técnico establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplirse en los procesos de elaboración, envasado y comercialización de alimentos. Su aplicación garantiza que las formulaciones desarrolladas en la industria nacional se encuentren alineadas con estándares internacionales y respondan a las exigencias de inocuidad y seguridad alimentaria del mercado (COMIECO, 2017).

Reglamento (CE) N.º 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre aditivos alimentarios. establece de manera detallada las disposiciones para el uso de aditivos en la Unión Europea. Esta normativa clasifica los aditivos alimentarios, define las condiciones de uso permitidas, establece los requisitos de etiquetado e incluye criterios de evaluación de seguridad. Su importancia radica en que constituye uno de los marcos regulatorios más estrictos a nivel mundial, convirtiéndose en referencia para garantizar la protección de la salud pública y la transparencia en la formulación de alimentos procesados (CE, 2008).

Marco referencial

Antecedentes. Estrada Quiroa (2008) menciona los siguientes antecedentes acerca de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA):

La Escuela Nacional de Agricultura (ENCA) fue fundada en 1921 y originalmente se ubicó en la finca nacional La Aurora, en la Ciudad de Guatemala. En 1936, la escuela se trasladó a la Alameda, en el departamento de Chimaltenango, y en 1944 se estableció definitivamente en la finca Bárcena, en el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, donde permanece hasta hoy.

En 1929, el presidente de la República, General Lázaro Chacón, fundó dos escuelas regionales de agricultura, una en Jalapa y otra en Quetzaltenango, lo que llevó a que la ENA pasara a llamarse Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) para diferenciarla de las regionales. Estas escuelas regionales fueron cerradas en la década de 1940 por el presidente General Jorge Ubico. En 1967, se creó el Instituto Técnico de Agricultura (ITA) mediante la fusión de la ENCA y la Escuela Forestal Centroamericana, siguiendo la sugerencia del Instituto Politécnico de California.

En 1985, la nueva Constitución de la República de Guatemala, en su artículo 79, estableció a la ENCA como una entidad autónoma, con personalidad jurídica y patrimonio propio. En noviembre de 1986, el ITA fue suprimido y se restauró el nombre de ENCA, que permanece hasta la fecha. En 1996, las reformas a la ley orgánica modificaron la estructura del consejo directivo, otorgando a cada miembro la facultad de proponer candidatos para el cargo de Director de la escuela. Además, en ese mismo año, se registraron a nombre de la ENCA las tierras de la finca Bárcena y del parque Las Ninfas.

Localización. La ENCA está situada en el kilómetro 17.5 al Pacífico Finca Bárcenas, Villa Nueva, en las coordenadas $14^{\circ}32'18''\text{N}$ $90^{\circ}36'46''\text{O}$. Esta ubicación, en una zona rural de fácil acceso, proporciona un entorno ideal para la formación de los estudiantes en áreas relacionadas con la agricultura, la agroindustria y los recursos naturales. Además, su ubicación permite aprovechar los recursos naturales de la finca para la enseñanza práctica y el desarrollo de proyectos educativos relacionados con la agroindustria (ENCA, 2025).

Figura 20

Planta de Cárnicos de la ENCA



Extensión Territorial. La ENCA posee una extensión de 142.53 hectáreas. El terreno está dividido en diversas áreas de producción, que incluyen cultivos de frutales, plantas ornamentales, hortalizas, producción animal, viveros y granos básicos. En el centro de la finca se encuentran las instalaciones destinadas a funciones administrativas, aulas de clase, biblioteca, servicio médico, zona recreativa, comedor, dormitorios y talleres (Meda Sáenz, 2019).

Límites y Accesos. La ENCA limita al norte con San José Villa Nueva, al sur con el ICTA, al este con la finca Santa Clara y al oeste con la aldea Bárcena. Está ubicada a 3 kilómetros de la cabecera municipal de Villa Nueva y a 17 kilómetros de la Ciudad de Guatemala. Se puede acceder mediante una carretera asfaltada que conecta con la autopista CA-9, rumbo al Pacífico (Estrada Quiroa, 2008).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la sustitución de aditivos químicos tradicionales por aditivos funcionales en la elaboración de embutidos en la Planta de Cárnicos de la ENCA, evaluando su impacto en la calidad organoléptica, la vida de anaquel y la inocuidad microbiológica del chorizo colorado y asegurando el cumplimiento de las normativas aplicables, tales como el Codex Alimentarius, la Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17, RTCA 67.04.54:10 y el Reglamento (CE) N.º 1333/2008

Objetivos específicos

Formular y elaborar chorizo colorado utilizando extracto de jugo de apio concentrado, polvo de apio y humo líquido.

Evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales del chorizo colorado desarrollado y comparar con los estándares de calidad establecidos.

Determinar la viabilidad de la vida útil sensorial de los chorizos colorados utilizando los aditivos funcionales.

Hipótesis

H0 = Todos los tratamientos con aditivos químicos y aditivos funcionales tienen el mismo impacto en las variables de respuesta.

Ha = Al menos uno de los tratamientos con aditivos químicos o aditivos funcionales produce un aumento significativo en las variables de respuesta.

Metodología

Metodología experimental

Descripción de Tratamientos. En este estudio se evaluaron tres tratamientos con el objetivo de comparar diferentes métodos de curado y conservación de productos cárnicos.

El primer tratamiento (T1) consistió en el uso de extracto de jugo de apio concentrado, rico en nitratos naturales que favorecen el desarrollo del color y actúan como conservantes. En el segundo tratamiento (T2) se utilizó el polvo de apio deshidratado como una alternativa natural con características similares. El en tercer tratamiento (T3) se aplicó el humo líquido, que además de conservar, aporta un sabor característico. Finalmente, el tratamiento testigo que fue la sal Praga, que actualmente se utiliza en la planta Agroindustrial de Cárnicos, que es un aditivo sintético ampliamente utilizado por su eficacia en la conservación y desarrollo de color en productos cárnicos. En la elaboración de chorizo colorado se establecieron tres tratamientos. En la Tabla 4 se muestra la distribución de los tratamientos.

Tabla 4

Distribución de tratamientos a evaluar chorizo colorado

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T1	Extracto de jugo de apio concentrado
T2	Polvo de apio
T3	Humo líquido
Testigo	Sal Praga

Las dosis seleccionadas para los tratamientos se definieron con base en estudios técnicos y científicos que respaldan la eficacia y seguridad de los aditivos funcionales naturales en productos cárnicos. En el caso del extracto de jugo de apio (16 g por 5 lb de carne) y el apio en polvo (16 g por 5 lb de carne), las proporciones se fundamentan en los rangos propuestos por Sebranek y Bacus (2025), quienes establecen que concentraciones entre 0.3 % y 0.6 % sobre peso total de la mezcla permiten obtener

niveles de nitritos equivalentes a los producidos por sales de cura tradicionales, garantizando color y estabilidad sin afectar la inocuidad. Para el humo líquido (6 mL diluidos en 20 mL de agua), se tomó como referencia lo indicado por Toldrá (2007) y Kim et al. (2025), quienes recomiendan dosis entre 0.1 % y 0.3 % en formulaciones cárnicas para lograr efectos antimicrobianos y aromáticos equivalentes al ahumado convencional, evitando la formación de compuestos indeseables. Finalmente, el testigo (Sal Praga) se formuló de acuerdo con los límites establecidos por el Codex Alimentarius (2025) y la Norma COGUANOR RTCA 67.04.50:17 y 67.04.54:10, que permite hasta 150 ppm de nitrito de sodio en productos cárnicos curados.

Diseño Experimental.

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), mediante el cual se asignaron aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales, asegurando que cada una tenga la misma probabilidad de recibir cualquiera de los tratamientos. Este diseño permitió controlar la variabilidad experimental y minimizar posibles riesgos, de manera que las diferencias que se observen entre tratamientos podrán atribuirse con mayor certeza al efecto de estos y no a factores externos.

El diseño completamente al azar (DCA) incluyó cuatro tratamientos: T1 (extracto de apio), T2 (apio en polvo), T3 (humo líquido) y un testigo con Sal Praga, cada uno con cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental correspondió a una libra de carne de cerdo (≈ 454 g), lo que representa seis unidades de chorizo colorado por tratamiento. En total, se utilizaron 12 lb de carne por tratamiento, equivalentes a 48 lb de carne en todo el experimento, elaboradas bajo las mismas condiciones de formulación, embutido y almacenamiento.

Modelo Estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, t \\ j = 1, 2, \dots, r \end{array} \right.$$

Siendo:

Y_{ij} = variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = media general de la variable de respuesta.

T_i = efecto de i-ésimo tratamiento (nivel del factor) en la variable dependiente.

ε_{ij} = error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

(López & González , 2016)

Unidad Experimental. La unidad experimental estuvo conformada por una libra de carne de cerdo, a la cual se aplicó uno de los tratamientos establecidos en el estudio. A partir de cada libra se elaboraron seis unidades de chorizo colorado, que constituyeron la base para las evaluaciones físicas y organolépticas. Esta distribución permitió evaluar de manera uniforme el efecto de los tratamientos sobre las características del producto final.

Variables de Respuesta. Características Fisicoquímicas. Se evaluaron los parámetros clave para determinar la calidad y estabilidad del chorizo. Se medirán el pH, donde se utilizó un potenciómetro digital calibrado, lo cual permitió estimar la acidez del producto, un factor crucial en la conservación y control del crecimiento microbiano.

Asimismo, se analizó la composición proximal: contenido de humedad, proteína, grasa y cenizas. Estos análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de bromatología de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala aplicando métodos analíticos estandarizados según la AOAC (Asociación Oficial de Químicos Analíticos). La humedad se determinó por secado en estufa a 105 °C, la grasa por el método Soxhlet, las proteínas por el método Kjeldahl, y las cenizas mediante calcinación en mufla a 550 °C.

Estas mediciones permitieron establecer la composición nutricional, el rendimiento y la consistencia del producto. Todos los análisis se realizaron bajo condiciones controladas, con el fin de asegurar precisión y confiabilidad en los resultados

Características Organolépticas. Se evaluaron atributos sensoriales como la apariencia, olor, sabor, textura y la aceptabilidad general del producto. Estas características fueron valoradas mediante pruebas sensoriales aplicadas a un panel conformado por 10 jueces, integrado por cinco ingenieros del área de alimentos y cinco estudiantes previamente capacitados en evaluación sensorial. La prueba se llevó a cabo en condiciones controladas, utilizando fichas estructuradas con escalas hedónicas para registrar las percepciones de cada atributo evaluado.

Esta evaluación permitió determinar el efecto perceptible de los tratamientos aplicados sobre la calidad sensorial del chorizo colorado, garantizando que las modificaciones tecnológicas o sustituciones de ingredientes no afecten negativamente la aceptación del producto final por parte del consumidor potencial.

Análisis de Datos. Para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos, se utilizaron los programas InfoStat y Microsoft Excel.

El análisis estadístico se realizó en InfoStat, aplicando un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. En caso de encontrarse diferencias, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5 % ($p < 0.05$), con el objetivo de identificar cuál tratamiento obtuvo los mejores resultados. Este análisis se aplicó a las variables sensoriales evaluadas (olor, color y textura), cuyos valores provinieron de una escala hedónica de cinco puntos.

Por su parte, Microsoft Excel se utilizó para la organización preliminar de los datos, así como para la elaboración de tablas y gráficos descriptivos que faciliten la interpretación visual de los resultados.

Ambos métodos de análisis contribuyeron a una evaluación integral de los tratamientos y a la comparación efectiva de los resultados obtenidos.

Manejo del Experimento.

Preparación de la Carne. La preparación de la carne para la elaboración de embutidos comienza con la selección de carne de cerdo de alta calidad, proveniente del rastro que debe ser fresca y libre de impurezas. Se procedió a deshuesar y trocear la carne en piezas más pequeñas, adecuadas para su molienda. La carne fue enfriada previamente a temperaturas cercanas a los 0°C para facilitar su manejo y evitar la proliferación bacteriana. Una vez enfriada, se trituró en un molino con un tamaño de corte adecuado, asegurando una textura uniforme que permita una buena integración con la grasa y los demás ingredientes. En esta etapa, es fundamental mantener una correcta higiene para evitar contaminaciones y preservar la calidad del producto final.

Resultados

Formular y elaborar chorizo colorado utilizando las alternativas seleccionadas

La formulación del Tratamiento 1 (ver Tabla 5) incorporó extracto de jugo de apio como fuente natural de nitratos y nitritos, buscando sustituir el uso de sales de curado químicas. Además de su aporte funcional en la conservación, contribuye al desarrollo del color característico del chorizo colorado mediante la formación de nitrosomioglobina. Esta alternativa se evaluó con el fin de ofrecer un producto más natural, alineado con las tendencias actuales de consumo saludable.

Tabla 5

Formulación del Tratamiento 1 – Extracto de jugo de apio concentrado

Ingrediente	Cantidad (g)
Carne de cerdo	2268
Sal común	17.2
Extracto de jugo de apio concentrado	16
Preserval	10
Eritorbato de sodio	8
Fosfato Accord	16
Pimienta blanca	16
Ajo molido	10
Cebolla molida	10
Soya texturizada	3.3
Achiote	30
Condimento sabor chorizo	40
Glutamato	16

Nota: Base: 5 lb de carne de cerdo

El Tratamiento 2 (ver Tabla 6) se desarrolló con apio en polvo como ingrediente funcional, aprovechando su contenido de compuestos nitrados. Su incorporación tuvo como propósito comparar la efectividad del apio deshidratado frente al extracto de jugo de apio líquido en la estabilización del color, el aroma y la vida de anaquel del chorizo colorado. Este tratamiento representa una opción práctica, ya que el apio en polvo es de fácil dosificación y almacenamiento en la industria cárnica.

Tabla 6
Formulación del Tratamiento 2 – Apio en Polvo

Ingrediente	Cantidad (g)
Carne de cerdo	2268
Sal común	17.2
Apio en polvo	16
Preserval	10
Eritorbato de sodio	8
Fosfato Accord	16
Pimienta blanca	16
Ajo molido	10
Cebolla molida	10
Soya texturizada	3.3
Achiote	30
Condimento sabor chorizo	40
Glutamato	16

Nota: (Base: 5 lb de carne de cerdo)

En el Tratamiento 3 (ver Tabla 7) se empleó humo líquido diluido, con el objetivo de evaluar su capacidad para sustituir el proceso de ahumado tradicional. El humo líquido aporta compuestos fenólicos y carbonílicos que influyen en el aroma, el sabor y la conservación del producto, reduciendo al mismo tiempo riesgos asociados a la formación de compuestos indeseables durante el ahumado convencional. Este enfoque responde a la necesidad de procesos más estandarizados y seguros en la elaboración de embutidos,

Tabla 7
Formulación del Tratamiento 3– Humo Líquido

Ingrediente	Cantidad (g/ml)
Carne de cerdo	2268
Sal común	17.2
Humo líquido	6 ml (diluido en 20 ml de agua)
Preserval	10
Eritorbato de sodio	8
Fosfato Accord	16
Pimienta blanca	16
Ajo molido	10
Cebolla molida	10
Soya texturizada	3.3
Achiote	30
Condimento sabor chorizo	40
Glutamato	16

Nota: Base: 5 lb de carne de cerdo.

El testigo (ver Tabla 8) correspondió al control, elaborado con sal Praga como agente de curado convencional. Este tratamiento permitió establecer una referencia comparativa frente a las alternativas naturales. Por su contenido de nitrito de sodio, garantiza el desarrollo del color rojo característico, la inhibición del crecimiento de *Clostridium botulinum* y una vida de anaquel prolongada. Su inclusión como testigo fue fundamental para validar la eficacia de los tratamientos experimentales.

Tabla 8
Formulación del Testigo – Control con Sal Praga

Ingrediente	Cantidad (g)
Carne de cerdo	2268
Sal Praga	16
Preserval	10
Eritorbato de sodio	8
Fosfato Accord	16
Pimienta blanca	16
Ajo molido	10
Cebolla molida	10
Soya texturizada	3.3
Achiote	30
Condimento sabor chorizo	40
Glutamato	16

Nota: Base: 5 lb de carne de cerdo

Análisis integral de la calidad del chorizo colorado

Propiedades Fisicoquímicas. El chorizo colorado elaborado con extracto de jugo de apio concentrado (Tabla 9) presentó un contenido de humedad de 59.57 % y una materia seca total de 40.43 %. Como alimento, destacó por su aporte proteico de 34.99 %, además de contener minerales (10.11 % de cenizas). El pH de 5.32 evidenció condiciones favorables para la conservación, lo que en conjunto refleja un perfil nutricional equilibrado y comparable con el de embutidos curados tradicionales.

Tabla9

Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 1 (T1) – Extracto de jugo de Apio concentrado

	Parámetro	Seca	Como alimento
	Agua (%)	59.57	-----
	Materia seca total (M.S.T.) (%)	40.43	-----
	Extracto etéreo (E.E.) (%)	32.23	13.03
	Fibra cruda (F.C.) (%)	2.06	0.83
	Proteína (%)	34.99	14.15
	Cenizas (%)	10.11	4.09
	Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) (%)	20.61	8.33
	pH (%)	5.32	-----

En la Tabla 10 se observa que el chorizo colorado elaborado con apio en polvo presentó un contenido de agua de 57.59 %, superior al obtenido con el tratamiento de extracto líquido, lo que favorece una mayor jugosidad, aunque podría limitar la vida útil del producto. Su composición incluyó 20.97 % de grasa, 12.76 % de proteína y 3.80 % de cenizas, reflejando un perfil nutricional característico de los embutidos curados. Destacó además el mayor contenido de carbohidratos solubles (4.33 % de E.L.N.), lo que incrementa el valor energético disponible. El pH de 5.66 indicó condiciones de conservación aceptables, aunque con una ligera tendencia a valores más elevados, lo cual podría repercutir en ciertos atributos sensoriales del producto.

Tabla 10*Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 2 (T2) – Apio en Polvo*

	Parámetro	Base	Como alimento
	Agua (%)	57.59	-----
	Materia seca total (M.S.T.) (%)	42.41	-----
	Extracto etéreo (E.E.) (%)	49.45	20.97
	Fibra cruda (F.C.) (%)	1.29	0.55
	Proteína (%)	30.09	12.76
	Cenizas (%)	8.96	3.80
	Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) (%)	10.21	4.33
	pH (%)	5.66	-----

En la Tabla 11 se evidencia que el chorizo colorado elaborado con humo líquido (T3) presentó el mayor contenido de agua (61.15 %) y, en consecuencia, la menor proporción de materia seca, característica que aporta jugosidad, pero puede disminuir la vida útil durante el almacenamiento. Este tratamiento registró el nivel más bajo de grasa (12.26 %) y, al mismo tiempo, el mayor contenido de proteína (15.12 %), lo que lo posiciona como el de mejor aporte proteico entre los tratamientos evaluados. Asimismo, mostró el valor más alto de carbohidratos solubles (7.58 % de E.L.N.), contribuyendo a un incremento en el valor energético. El pH de 5.55 se mantuvo dentro de un rango apropiado para garantizar la seguridad microbiológica y la estabilidad sensorial del producto.

Tabla 11*Propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 3 (T3) – Humo Líquido*

	Parámetro	Base	Como alimento
	Agua (%)	61.15	-----
	Materia seca total (M.S.T.) (%)	38.85	-----
	Extracto etéreo (E.E.) (%)	31.55	12.26
	Fibra cruda (F.C.) (%)	0.55	0.21
	Proteína (%)	38.92	15.12
	Cenizas (%)	9.46	3.67
	Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) (%)	19.52	7.58
	pH (%)	5.55	-----

La Tabla 12 presenta la composición proximal del chorizo colorado, expresada en base seca y en base alimento. El contenido de humedad fue de 40.4 %, valor característico de un embutido fresco. La fracción predominante correspondió al extracto etéreo (grasa), con 52.55 % en base seca (31.32 % en base alimento), seguida por la proteína, que alcanzó 34.77 % en base seca (20.72 % en base alimento). El aporte de cenizas fue de 7.68 % y el de extracto libre de nitrógeno de 4.93 % en base seca, lo que refleja la presencia de minerales y carbohidratos disponibles en el producto. Otros parámetros, como calcio, fósforo, fibra detergente y energía metabolizable, no fueron determinados en este análisis. Estos resultados permiten establecer la calidad nutricional del chorizo colorado y constituyen una referencia relevante para su comparación con estándares de embutidos y estudios sobre su valor alimenticio y vida útil.

Tabla 12*Propiedades fisicoquímicas del Testigo – Control con Sal Praga*


Parámetro	Base	Como alimento
Agua (%)	40.4	-----
Materia seca total (M.S.T.) (%)	59.6	-----
Extracto etéreo (E.E.) (%)	52.55	31.32
Fibra cruda (F.C.) (%)	0.07	0.04
Proteína (%)	34.77	20.72
Cenizas (%)	7.68	4.58
Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) (%)	4.93	2.94
pH (%)	6.0	-----

En la Figura 21 se comparan los principales parámetros fisicoquímicos de los tres tratamientos evaluados: extracto de jugo de apio (T1), apio en polvo (T2), humo líquido (T3) y testigo con Sal Praga.

Se observa que el contenido de agua y materia seca total varía entre tratamientos, siendo el humo líquido (T3) el que presenta mayor humedad, mientras que el testigo muestra la mayor concentración de materia seca.

El extracto de jugo de apio (T1) destaca por mantener un equilibrio entre proteína (35 %) y extracto etéreo (30 %), lo que sugiere una formulación más estable y comparable al control.

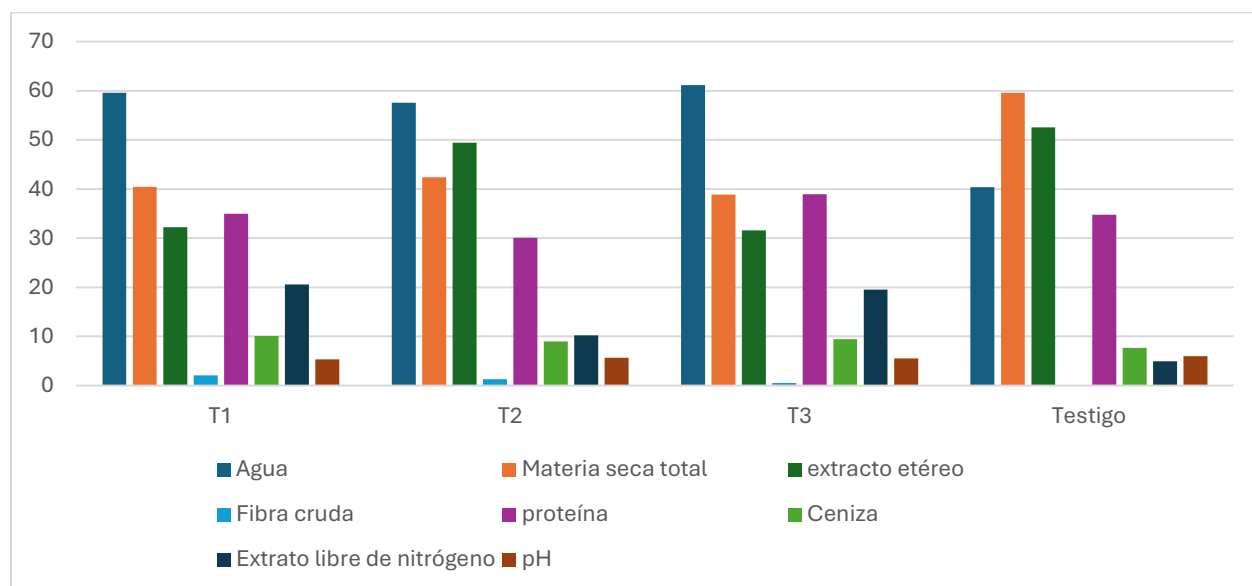
El apio en polvo (T2) presenta mayor extracto etéreo, reflejando una mayor proporción de grasa, y un pH ligeramente superior (5.66), lo cual podría influir en la textura y la vida de anaquel del producto.

En contraste, el testigo con Sal Praga mantiene un pH de 6.0 y el mayor contenido de grasa, características típicas de los embutidos curados con aditivos químicos.

Estos resultados evidenciaron que los aditivos funcionales naturales (extracto y polvo de apio) pueden sustituir parcialmente los aditivos químicos sin alterar significativamente la calidad fisicoquímica del chorizo colorado, manteniendo valores dentro de rangos aceptables para productos cárnicos curados.

Figura 21

Comparación de parámetros fisicoquímicos del chorizo colorado según tratamiento



Pruebas Sensoriales en Crudo

Color. En la Tabla 13 se muestran los resultados del análisis de varianza realizado sobre la evaluación sensorial del color en chorizo colorado. El modelo explicó un 68 % de la variabilidad total ($R^2 = 0.68$), con un coeficiente de variación de 8.43 %, lo que refleja una adecuada precisión en la prueba. Se evidenciaron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0.0001$), indicando que el tipo de aditivo o método utilizado influyó directamente en la percepción del color. Por el contrario, el factor día de almacenamiento no presentó un efecto significativo ($p = 0.1863$), lo que sugiere que el tiempo de conservación evaluado no modificó de manera marcada el atributo color en los chorizos durante el periodo analizado.

Tabla 13

Análisis de varianza (ANOVA) del atributo color en pruebas sensoriales de chorizo colorado

Variable	N	R²	R² Aj	CV	
Color	52	0.68	0.55	8.43	

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.43	15	0.63	5.08	< 0.0001
Día	2.16	12	0.8	1.46	0.1863
Tratamiento	7.27	3	2.42	19.57	< 0.0001
Error	4.46	36	0.12		
Total	13.89	51			

La Tabla 14 presenta la evolución de la aceptación sensorial (escala hedónica de 1 a 5) de los tratamientos T1, T2, T3 y el testigo a lo largo de 20 días de almacenamiento. Se observa que el testigo mantiene en general los valores más altos de aceptación, con puntuaciones cercanas a 5 durante la mayoría de los días, lo que indica una mejor conservación de sus características organolépticas. En contraste, los tratamientos T1, T2 y T3 muestran una tendencia más variable, con descensos notables en algunos intervalos, especialmente T3 que presenta valores cercanos al umbral de rechazo (3) en los días 13 y 14. Esto sugiere que los tratamientos alternativos presentan diferencias en estabilidad sensorial respecto al testigo, lo cual es relevante para determinar la vida útil del producto bajo cada condición evaluada.

Tabla 14

Promedios del atributo color del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos

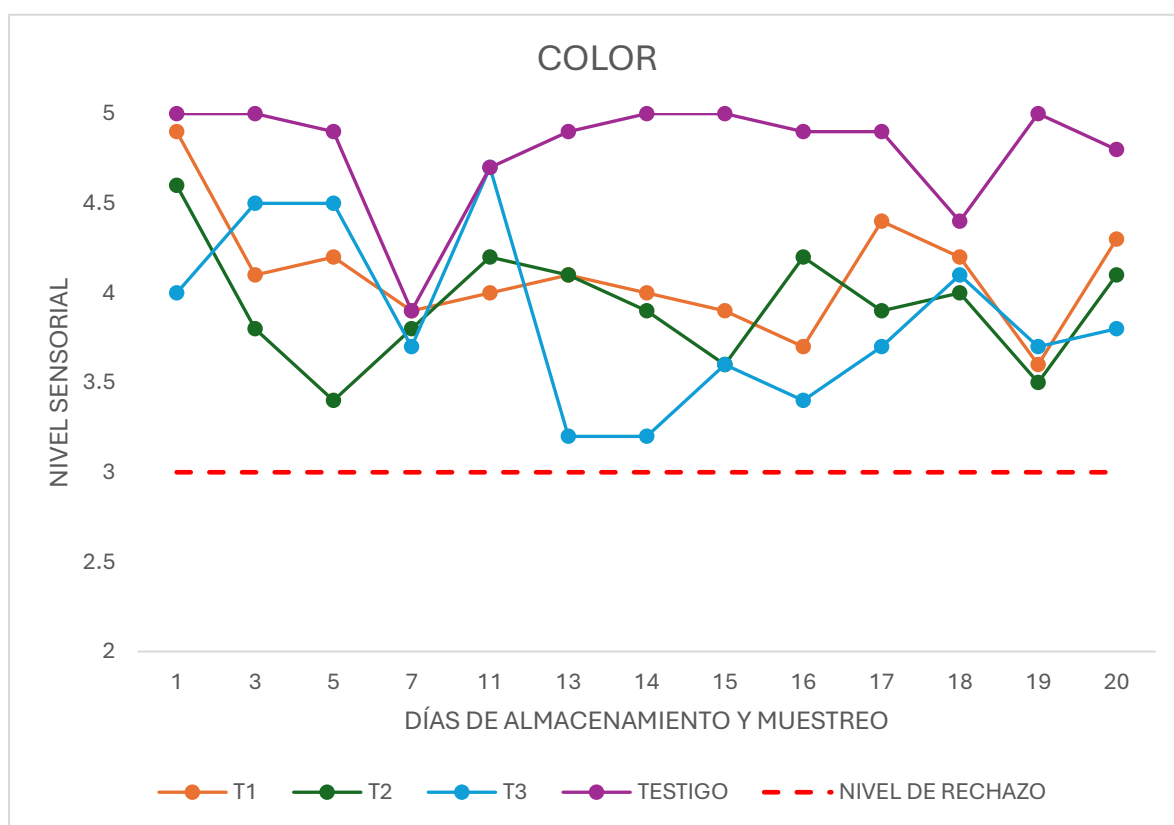
DIA	T1	T2	T3	TESTIGO
1	4.9	4.6	4	5
3	4.1	3.8	4.5	5
5	4.2	3.4	4.5	4.9
7	3.9	3.8	3.7	3.9
11	4	4.2	4.7	4.7
13	4.1	4.1	3.2	4.9
14	4	3.9	3.2	5
15	3.9	3.6	3.6	5
16	3.7	4.2	3.4	4.9
17	4.4	3.9	3.7	4.9
18	4.2	4	4.1	4.4

19	3.6	3.5	3.7	5
20	4.3	4.1	3.8	4.8

En la Figura 22 se muestra la variación del nivel sensorial del atributo color en los tratamientos (T1, T2 y T3) y el testigo a lo largo de 20 días de almacenamiento. Se observa que el testigo mantiene valores más altos y estables, cercanos a cinco en la escala hedónica, mientras que los tratamientos presentan fluctuaciones con descensos puntuales, en especial T3. La línea roja discontinua indica el nivel de rechazo (3), utilizado como umbral de aceptación. Estos resultados permiten comparar la estabilidad del color entre las diferentes formulaciones evaluadas.

Figura 22

Evolución sensorial del atributo color durante almacenamiento



Aroma. El análisis de varianza del atributo aroma se muestra en la Tabla 15, donde se observa que el modelo explicó un 54 % de la variabilidad total ($R^2 = 0.54$) con un coeficiente de variación del 9.67 %, lo que indica una adecuada precisión experimental. El factor Tratamiento presentó diferencias significativas ($p = 0.0020$) con un nivel de confianza del 95 %, lo que evidencia que los aditivos empleados influyeron en la aceptación sensorial del aroma. Por su parte, el factor Día mostró un efecto cercano al nivel de significancia ($p = 0.0545$), lo que sugiere una ligera variación del aroma a lo largo del almacenamiento, aunque sin diferencias concluyentes.

Tabla15

Análisis de varianza (ANOVA) del atributo aroma en chorizo colorado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aroma	52	0.54	0.35	9.67

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.67	15	0.44	2.79	0.0058
Día	3.81	12	0.32	2.00	0.0545
Tratamiento	2.86	3	0.95	5.98	0.0020
Error	5.73	36	0.16		
Total	12.41	51			

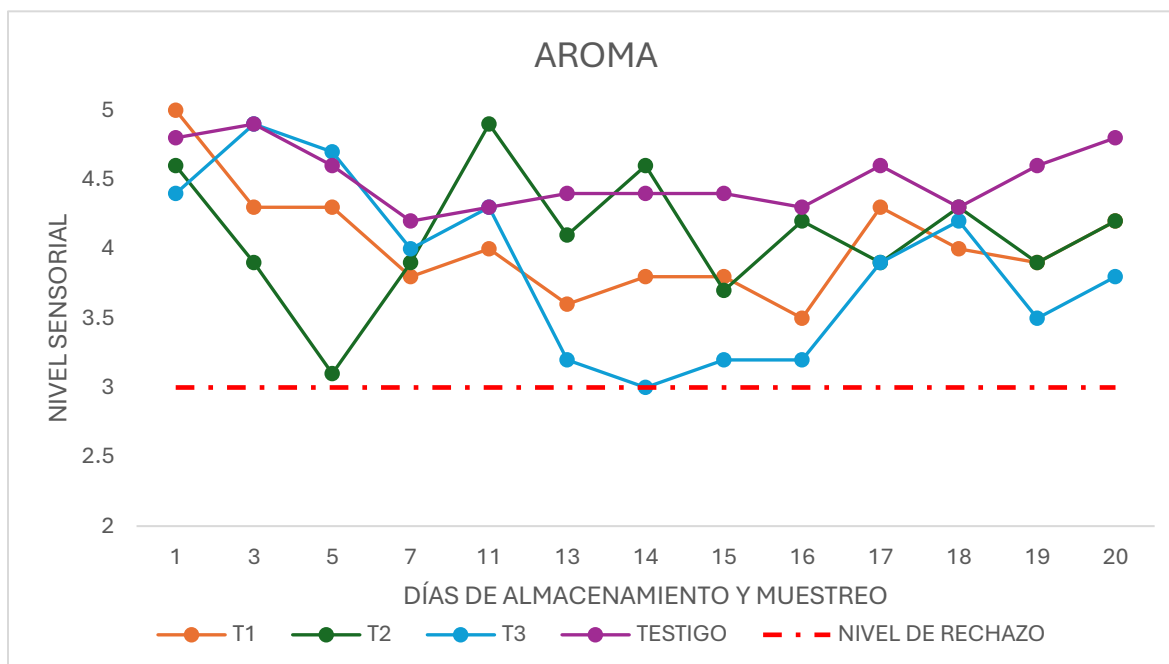
En la Tabla 16 presenta los promedios de la evaluación sensorial del atributo aroma en los tratamientos T1, T2, T3 y el testigo durante 20 días de almacenamiento. En general, el testigo mantiene valores altos y estables, cercanos a cinco, lo que refleja una mejor aceptación en comparación con los demás tratamientos. T1 y T2 muestran una tendencia a la disminución con ligeras recuperaciones en ciertos días, mientras que T3 presenta los puntajes más bajos y cercanos al nivel de rechazo (tres) en varios momentos del muestreo. Estos resultados evidencian diferencias en la estabilidad del aroma entre las formulaciones, siendo el testigo el que conserva mejor sus características a lo largo del tiempo.

Tabla 16

Promedios del atributo aroma del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos

DIA	T1	T2	T3	TESTIGO
1	4.9	4.6	4	5
3	4.1	3.8	4.5	5
5	4.2	3.4	4.5	4.9
7	3.9	3.8	3.7	3.9
11	4	4.2	4.7	4.7
13	4.1	4.1	3.2	4.9
14	4	3.9	3.2	5
15	3.9	3.6	3.6	5
16	3.7	4.2	3.4	4.9
17	4.4	3.9	3.7	4.9
18	4.2	4	4.1	4.4
19	3.6	3.5	3.7	5
20	4.3	4.1	3.8	4.8

La Figura 23 muestra la variación del nivel sensorial del atributo aroma en los tratamientos (T1, T2 y T3) y el testigo a lo largo de 20 días de almacenamiento. Se observa que el testigo mantiene valores más estables y superiores en comparación con los tratamientos, lo que refleja una mejor aceptación. En cambio, T1 y T2 presentan fluctuaciones moderadas, mientras que T3 alcanza valores cercanos al umbral de rechazo (línea roja discontinua = nivel 3) en varios puntos, indicando una menor estabilidad sensorial. Estos resultados permiten diferenciar la conservación del aroma según la formulación aplicada.

Figura 23*Evolución sensorial del atributo aroma durante almacenamiento*

Textura. En la Tabla 17 se presenta el análisis de varianza del atributo textura, donde se observa que el modelo explicó el 74 % de la variabilidad total ($R^2 = 0.74$), con un coeficiente de variación de 5.88 %, lo que refleja una adecuada precisión experimental. Se detectaron diferencias significativas tanto por efecto del tratamiento ($p < 0.0001$) como del día de almacenamiento ($p = 0.0141$), lo que indica que tanto los aditivos empleados como el tiempo de conservación influyeron en la percepción sensorial de la textura del chorizo colorado.

Tabla17

Análisis de varianza (ANOVA) del atributo textura en chorizo colorado

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Textura	52	0.74	0.64	5.88

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6.43	15	0.43	7.00	< 0.0001
Día	1.89	12	0.16	2.57	0.0141
Tratamiento	4.54	3	1.51	24.71	< 0.0001
Error	2.21	36	0.06		
Total	8.64	51			

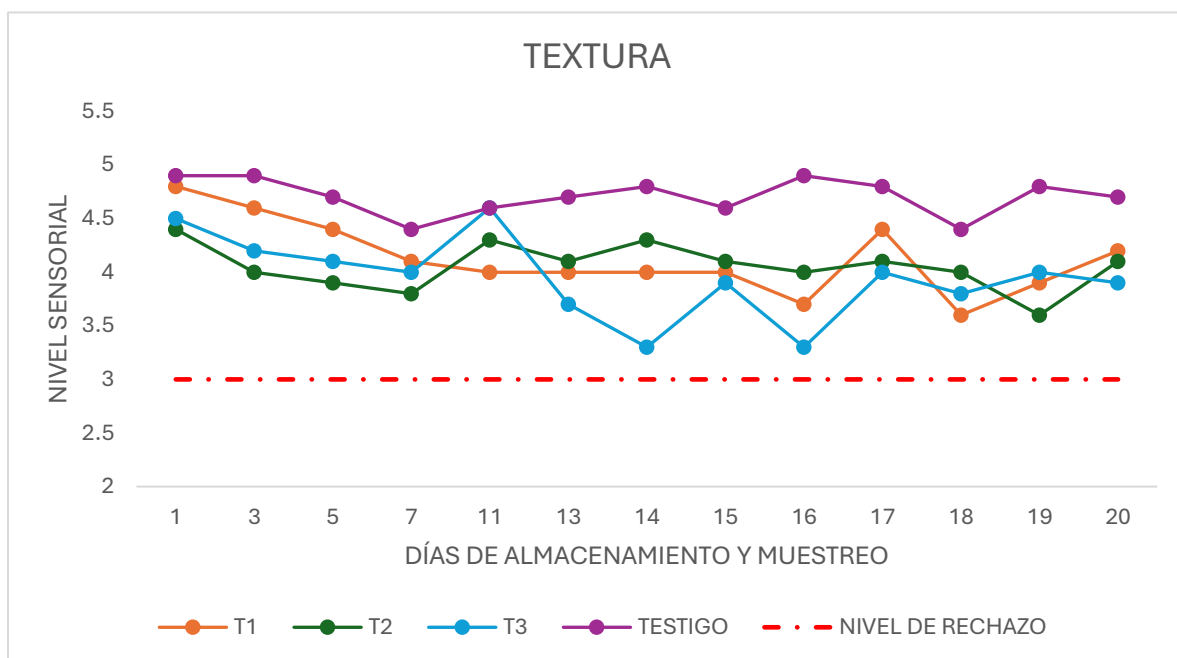
En los tratamientos T1, T2, T3 y el testigo, durante un período de 20 días de almacenamiento. Se observa que el testigo mantiene los valores más altos y estables, con puntuaciones cercanas a cinco en casi todos los días de evaluación, lo que refleja una mayor aceptación en comparación con los tratamientos experimentales. Por su parte, T1 y T2 muestran variaciones moderadas a lo largo del tiempo, mientras que T3 evidencia descensos más pronunciados, alcanzando valores próximos al umbral de rechazo en determinados momentos. En conjunto, estos resultados sugieren que la textura del testigo conserva mejor sus características sensoriales durante el período evaluado.

Tabla 18

Promedios del atributo textura del chorizo colorado durante el almacenamiento, evaluados mediante escala hedónica de 5 puntos

DIA	T1	T2	T3	TESTIGO
1	4.8	4.4	4.5	4.9
3	4.6	4	4.2	4.9
5	4.4	3.9	4.1	4.7
7	4.1	3.8	4	4.4
11	4	4.3	4.6	4.6
13	4	4.1	3.7	4.7
14	4	4.3	3.3	4.8
15	4	4.1	3.9	4.6
16	3.7	4	3.3	4.9
17	4.4	4.1	4	4.8
18	3.6	4	3.8	4.4
19	3.9	3.6	4	4.8
20	4.2	4.1	3.9	4.7

En la Figura 24 se muestra la variación del nivel sensorial del atributo textura en los tratamientos (T1, T2 y T3) y el testigo a lo largo de 20 días de almacenamiento. El testigo mantiene valores más altos y estables, cercanos a cinco en la escala hedónica, mientras que los tratamientos presentan fluctuaciones con descensos en determinados días, especialmente T3, que se aproxima en varias ocasiones al umbral de rechazo (nivel tres, indicado con la línea roja discontinua). Estos resultados reflejan que la textura del testigo conserva mejor sus características a lo largo del tiempo en comparación con las formulaciones alternativas.

Figura 24*Evolución sensorial del atributo textura durante almacenamiento*

Los resultados de la prueba de Friedman aplicada a los atributos sensoriales Color, Aroma y Textura mostraron un estadístico $T^2 = 2.11$ con un p-valor de 0.3004, lo que indica que no existen diferencias significativas entre los atributos evaluados ($p > 0.05$). Las sumas y medias de rangos obtenidas (Aroma = 95.50; Color = 107.00; Textura = 109.50) reflejan valores cercanos entre sí, confirmando que los jueces otorgaron calificaciones similares a los tres atributos. En consecuencia, se concluye que los atributos sensoriales presentan un comportamiento homogéneo, sin que alguno destaque de manera significativa sobre los demás, lo que permite considerar que Color, Aroma y Textura contribuyen de forma equilibrada a la aceptación global del producto, como se muestra la Tabla 19.

Tabla 19*Evaluación de diferencias en Color, Aroma y Textura mediante Friedman*

Color	Aroma	Textura	T2	p
2.06	1.84	2.11	1.22	0.3004

Tratamiento	Suma (Ranks)	Media (Ranks)	n	
Aroma	95.50	1.84	52	A
Color	107.00	2.06	52	A
Textura	109.50	2.11	52	A

Aceptación del producto en crudo

Definición de la Escala Hedónica. De acuerdo con Meilgaard, Civille & Carr (2007), la escala hedónica de cinco puntos es ampliamente usada en análisis sensorial. En estudios de vida útil, el valor de tres (ni me gusta ni me disgusta) se utiliza como umbral de aceptación, ya que indica el límite entre un producto aceptable y uno rechazado por los consumidores.

Cálculo de la Aceptación. La aceptación global se calculó como el promedio de los atributos color, aroma y textura en cada día de almacenamiento y para cada tratamiento.

Identificación del Cruce con el Umbral.

De acuerdo con Stone & Sidel (2004), la vida útil sensorial corresponde al tiempo en el que el producto alcanza el valor umbral definido. Para localizar este punto se utilizan dos métodos:

- Método directo: si el valor observado baja de tres en un día específico, ese día corresponde al fin de la vida útil.
- Interpolación lineal: si el valor cruza el umbral entre dos mediciones, se calcula el punto exacto mediante:

$$t = t_1 + \frac{(U - y_1)}{(y_2 - y_1)} (t_2 - t_1)$$

Donde:

U = Umbral de aceptación (3 en este estudio)

y1 Y y2 = Valores de aceptación global antes y después del cruce

t1 Y t2 = días correspondientes

En este caso, se aplicó el método directo para el análisis sensorial, cuyos resultados se presentan en la Tabla 20. Los datos obtenidos durante los 20 días de almacenamiento se promediaron para determinar el nivel de aceptación de los tratamientos. Se consideró que una calificación inferior a tres en la escala hedónica representa rechazo del producto, mientras que valores iguales o superiores a dicho umbral indican aceptación. Posteriormente, se realizó la sumatoria de las calificaciones de aceptación y se dividió entre el número total de datos para obtener el valor promedio de aceptación general del chorizo colorado cocido.

Tabla 20

Evaluación sensorial hedónica de chorizo colorado crudo

DIA	T1	T2	T3	TESTIGO
1	4.9	4.6	4.4	4.9
3	4.3	3.9	4.5	4.9
5	4.3	3.9	4.5	4.7
7	3.9	3.8	4.0	4.2
11	4.0	4.3	4.6	4.6
13	4.0	4.1	3.2	4.7
14	4.0	4.3	3.3	4.8
15	3.9	3.7	3.6	4.6
16	3.9	4.2	3.3	4.9
17	4.4	3.9	3.7	4.8
18	4.0	4.0	3.7	4.4
19	3.9	3.8	3.7	4.8
20	4.2	4.1	3.8	4.8

Aceptación del Producto en Crudo.

Aceptación del Producto en Crudo.

Cada evaluador calificó la aceptación global (color, aroma y textura) del chorizo cocido utilizando una escala hedónica de 1 a 5, como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21

Escala de satisfacción sensorial empleada en la prueba de consumidores

1	2	3	4	5
Me disgusta	Me disgusta	Indiferente	Me gusta	Me gusta mucho

Además, se estableció un umbral de aceptación ($U = 3$), de acuerdo con Meilgaard et al. (2007) y Lawless & Heymann (2010), el cual permite determinar la viabilidad sensorial mínima de cada tratamiento.

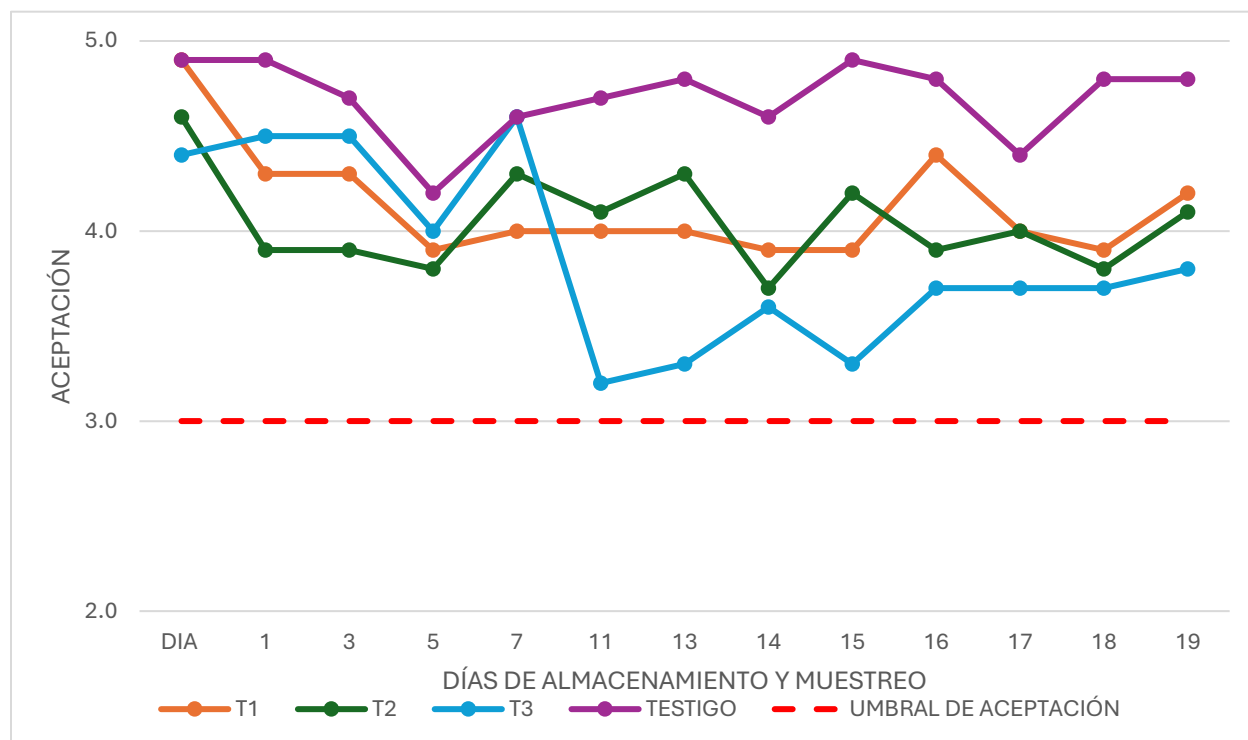
En los resultados se observa que: T3 (humo líquido) obtuvo el promedio más alto (4.20), indicando mayor preferencia sensorial. El Testigo alcanzó un promedio de 3.70, manteniéndose por encima del umbral de aceptación. T1 (extracto de jugo de apio concentrado) logró un promedio de 3.40, mostrando buena aceptación. T2 (polvo de apio) presentó el promedio más bajo (2.90), quedando por debajo del umbral de aceptación.

En la Figura 25 se muestra la evolución de la aceptación sensorial de los tratamientos evaluados (T1: extracto de jugo de apio concentrado, T2: polvo de apio, T3: humo líquido y Testigo: Sal praga) a lo largo de 20 días de almacenamiento en refrigeración. La línea roja punteada representa el umbral de aceptación ($U = 3$), considerado como el límite mínimo para la viabilidad sensorial del producto.

Se observa que el Testigo mantuvo los valores más altos y estables por encima de 3.5 en la mayoría de los días, seguido por el T1, que se mantuvo cercano al umbral sin descender significativamente. En contraste, el T2 y el T3 mostraron fluctuaciones más marcadas, con descensos cercanos o inferiores al valor límite, evidenciando una menor estabilidad sensorial a lo largo del almacenamiento.

Figura 25

Tendencia de la aceptación sensorial de chorizo colorado crudo durante el almacenamiento



Determinación de la vida útil sensorial de los chorizos colorados utilizando los aditivos funcionales.

Como se muestra en la Tabla 22A, obteniendo los datos del umbral de aceptación se procede a analizar la vida útil de los chorizos para cada uno de los tratamientos evaluados. Con base en el criterio de aceptación $U = 3$ en escala hedónica de cinco (Meilgaard et al., 2007; Lawless & Heymann, 2010), se calculó la aceptación global como el promedio de color, aroma y textura. Ningún tratamiento presentó valores menores a tres durante los 20 días de almacenamiento en refrigeración (4–6 °C), por lo que la vida útil sensorial se considera superior a 20 días bajo las condiciones evaluadas.

No obstante, en pruebas complementarias realizadas con chorizos no empacados al vacío, también almacenados en refrigeración (4–6 °C), se observó contaminación visible y pérdida de calidad microbiológica a los siete días, lo que limitó la vida útil real

de anaquel en esa condición. Esto evidencia que, aunque sensorialmente los productos mantienen la aceptación por más de 20 días, la inocuidad y estabilidad microbiológica dependen directamente del tipo de empaque empleado.

En conjunto, los resultados permiten establecer que el uso de aditivos funcionales ofrece una vida útil sensorial prolongada y comparable al testigo con Sal Praga; sin embargo, en condiciones de almacenamiento sin vacío, la vida de anaquel práctica se restringe a ≤ 7 días por la contaminación cruzada que existe en la cámara fría de productos distintos a la carne, mientras que en sistemas de empaque adecuados fue al vacío, ya que este puede superar los 20 días en almacenados.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación evidencian que el extracto de jugo de apio concentrado se comportó como la alternativa más estable frente al uso de Sal Praga, mostrando características fisicoquímicas y sensoriales comparables al control. En términos cuantitativos, el extracto de jugo de apio concentrado permitió reducir en un 58 % el contenido de grasa y aumentar en un 12 % la proporción de proteína en comparación con el testigo, lo que representa una mejora significativa en el perfil nutricional del producto.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Jin (2018), quien demostró que la incorporación de polvo de apio puede sustituir eficazmente al nitrito de sodio en salchichas, manteniendo atributos sensoriales similares. De igual manera, Yong et al. (2021) observaron que el jugo de apio aplicado en embutidos cocidos permitió obtener productos con calidad equiparable al nitrito sintético, sin afectar la aceptación del consumidor.

En cuanto al atributo aroma, el presente estudio identificó que el apio en polvo fue mejor evaluado por el panel sensorial. Estos resultados se relacionan con lo encontrado por Pennisi et al. (2020), quienes señalaron que el uso de extractos vegetales como apio, espinaca y remolacha no solo mantiene la seguridad microbiológica, sino que también aporta perfiles organolépticos diferenciados, con aceptación comparable a productos curados con nitrato.

Respecto al humo líquido, en esta investigación se determinó que alcanzó la mayor aceptación en producto cocido, aunque mostró menor estabilidad en crudo. Este comportamiento puede asociarse con lo descrito por Kim et al. (2025), quienes destacan que los compuestos fenólicos presentes en el humo líquido mejoran atributos sensoriales y de conservación, aunque su desempeño depende del tipo de matriz cárnica y del método de aplicación.

En relación con la vida de anaquel, los chorizos tratados con aditivos naturales mantuvieron aceptación sensorial hasta por 20 días bajo refrigeración y empaque al vacío, lo que representa una mejora del 185 % en estabilidad respecto a productos almacenados sin vacío, cuya duración fue de siete días. Este resultado concuerda con

lo expuesto por Tahmouzi (2025), quien señala que el uso de vegetales ricos en nitratos, en combinación con técnicas de conservación como el envasado al vacío, permite prolongar la estabilidad sensorial de embutidos fermentados y cocidos.

No obstante, debe considerarse que el presente estudio no incluyó una evaluación microbiológica de los tratamientos, lo que limita la interpretación completa sobre la inocuidad del producto. Futuros estudios deberían incorporar análisis de carga microbiana y detección de patógenos específicos para validar la eficacia de los aditivos funcionales en la conservación microbiológica.

Finalmente, la sustitución de nitritos por extractos vegetales también puede generar variaciones en la formación de compuestos derivados. Oral et al. (2023) evidenciaron que, aunque el apio no incrementa los niveles de NDMA en embutidos, sí puede elevar la presencia de NPIP bajo ciertas condiciones de cocción, lo cual plantea la necesidad de seguir investigando los efectos a nivel toxicológico.

En general, los resultados del presente estudio respaldan el potencial del apio y del humo líquido como alternativas tecnológicas clean-label, en línea con lo planteado por Bernardo et al. (2021), quienes afirman que las estrategias de sustitución de nitrito deben equilibrar la seguridad microbiológica, la calidad sensorial y la reducción del riesgo de nitrosaminas. Así, se confirma que el uso de aditivos funcionales naturales constituye una alternativa viable para la elaboración de chorizo colorado, aunque se recomienda profundizar en estudios de estabilidad microbiológica y toxicidad a largo plazo.

Conclusiones

Se logró formular y elaborar chorizo colorado empleando extracto de jugo de apio concentrado, apio en polvo y humo líquido, cumpliendo con las condiciones tecnológicas y de inocuidad requeridas. Todas las formulaciones mostraron viabilidad en el procesamiento y permitieron obtener productos con características similares al control con Sal Praga, lo que confirma que los aditivos funcionales pueden incorporarse de manera efectiva en la industria cárnica como sustitutos parciales de los aditivos químicos.

El análisis fisicoquímico mostró que los tratamientos presentaron perfiles nutricionales y valores de pH dentro de los rangos aceptables para embutidos, aunque con diferencias en humedad, grasa y proteína según el aditivo empleado. Sensorialmente, el extracto de jugo de apio concentrado fue la alternativa más estable en color y textura, el apio en polvo destacó en aroma, y el humo líquido presentó mayor aceptación en producto cocido. Estas diferencias confirmaron la hipótesis alternativa (H_a), ya que al menos un tratamiento generó efectos significativos sobre las variables de respuesta en comparación con el control.

Bajo condiciones de refrigeración y empaque al vacío, todos los tratamientos mantuvieron un nivel de aceptación sensorial superior al umbral ($U = 3$ en escala hedónica) durante más de 20 días, demostrando que los aditivos funcionales prolongan la vida de anaquel de manera comparable a la Sal Praga. Sin embargo, en productos sin envasado al vacío, la vida de anaquel se limitó a siete días por contaminación microbiana. Estos resultados validan que el extracto de jugo de apio concentrado es la alternativa más eficiente para sustituir parcialmente a la Sal Praga, garantizando vida de anaquel, inocuidad y aceptación del producto.

Recomendaciones

Se recomienda priorizar el uso de extracto de jugo de apio concentrado en la formulación de chorizo colorado, ya que mostró mayor estabilidad en color y textura, además de mantener una vida de anaquel sensorial superior a 20 días bajo refrigeración y empaque al vacío.

Para mejorar la eficacia del apio en polvo, se sugiere emplear métodos controlados de deshidratación y molienda fina, con el fin de preservar compuestos nitrados que favorezcan la conservación y el desarrollo de aroma.

El humo líquido debe usarse como complemento para potenciar aroma y sabor en productos cocidos, pero no como sustituto de agentes de curado en productos crudos, debido a que su efecto conservante depende de la activación térmica.

Es indispensable mantener los embutidos en refrigeración y bajo empaque al vacío para garantizar la inocuidad y prolongar la vida de anaquel sensorial; en condiciones sin vacío, la vida de anaquel no supera los siete días.

Se aconseja a la planta agroindustrial de la ENCA continuar investigando aditivos funcionales y validar estos resultados a escala piloto e industrial, asegurando el cumplimiento de normativas como Codex Alimentarius, COGUANOR y Reglamento (CE) N.º 1333/2008 para garantizar viabilidad comercial y seguridad alimentaria.

Se recomienda validar estos resultados a escala piloto o industrial en la Planta de Cárnicos de la ENCA, incorporando la evaluación microbiológica y análisis de vida de anaquel real, con el fin de establecer la viabilidad tecnológica y comercial de los aditivos funcionales naturales como sustitutos sostenibles de los aditivos químicos tradicionales.

Referencias

- Bernardo, A., et al. (2021). *Risks and strategies for nitrite replacement in meat products*. *Foods*, 10(12), 3019. <https://doi.org/10.3390/foods10123019>
- Bradley Smoker. (2023). *¿cuál es la diferencia entre el polvo de praga #1 y #2?* https://www.bradleysmoker.com/blogs/articles-smoking-guide/what-is-the-difference-between-prague-powder-1-and-2?srsId=AfmBOopshFU_J6aGmcsPNy7ouLpen3Wa3StP7CwPFWNOuEnMV0Oci5nb
- Bruno, A. (2024). *CODEX Alimentarius, Norma general para los aditivos alimentarios*. Países que pertenecen al Codex Alimentarius. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO-.
- Consejo de Ministros de Integración (COMIECO). (2017). */Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos*. Reglamento técnico centroamericano.
- Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA). (2025). Página oficial de ENCA. <https://www.enca.edu.gt>
- Estrada Quiroa, H. R. (2008). *Trabajo de graduación sobre la investigación agropecuaria y forestal, estado actual y fortalecimiento de su desarrollo en la Escuela Nacional Central de Agricultura - ENCA-, Bárcenas, Villa Nueva*. [Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala]. Guatemala.
- Gavilán, M., & Muniesa, J. (2025). ¿Qué es la sal de cura? *Gastronomía & Cía*. <https://www.gastronomiaycia.com/que-es-la-sal-de-cura/>
- Jin, S. K. (2018). *Celery powder as a natural alternative to sodium nitrite in sausages*. *Meat Science*, 143, 114–120. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.004>
- Kim, H., et al. (2025). *Clean-label strategies to replace nitrites, antioxidants, and phosphates in meat products: A review*. *Foods*, 14(14), 2442. <https://doi.org/10.3390/foods14142442>
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices* (2^a. ed). Springer.

- López, E., & González, B. (2016). *Diseño y análisis de experimentos, fundamentos y aplicaciones en Agronomía*. Universidad de San Carlos de Guatemala/Facultad de Agronomía. Guatemala.
- Meda Sáenz, J. C. (2019). *Diagnostico de aguas residuales dentro de la Escuela Nacional Central de Agricultura, Finca Barcena, Municipio de Villa Nueva*. Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques*. CRC Press.
- Oral, R. A., et al. (2023). *Effect of celery powder on nitrosamine formation in sucuk*. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 29(6), 911–919. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2023.3031>
- Organización Panamericana de la salud (OPS). (2025). *Reducción de la sal*. <https://www.paho.org/es/temas/reduccion-sal>
- Pennisi, L., et al. (2020). *Vegetable powders as alternatives to nitrite in Italian dry fermented sausages*. *International Journal of Food Microbiology*, 334, 108833. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108833>
- Sebranek, J. G., & Bacus, J. N. (2025). *Obtención de polvo de apio: fuente natural de nitritos como alternativa en embutidos*. *Meat processing Review*. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.025>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices* (3^a. ed). Elsevier Academic Press.
- Tahmouzi, S., et al. (2025). *Plant-based nitrite/nitrate alternatives in meat products: A review*. *Foods*, 14(2), 247. <https://doi.org/10.3390/foods14020247>
- Toldrá, F. (2007). *Handbook of Meat Processing*. Wiley-blackwell.
- Yong, H. I., et al. (2021). *Effects of celery juice powder as a nitrite substitute on quality characteristics of sausages*. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 41(2), 173–184. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2021.e12>
- Zabala, M. (2024). *Guía de químicos utilizados en la elaboración de chorizos*.

Anexo

Anexo 1. Evaluación sensorial (color, aroma y textura)

Tabla 22A

Evaluación sensorial (color, aroma y textura) con la estimación de umbral de aceptación

		Color	Aroma	Textura	Aceptación
D1	T1	4.9	5	4.8	4.9
	T2	4.6	4.6	4.4	4.6
	T3	4	4.4	4.5	4.4
	TESTIGO	5	4.8	4.9	4.9
D3	T1	4.1	4.3	4.6	4.3
	T2	3.8	3.9	4	3.9
	T3	4.5	4.9	4.2	4.5
	TESTIGO	5	4.9	4.9	4.9
D5	T1	4.2	4.3	4.4	4.3
	T2	3.9	3.5	4.5	3.9
	T3	4.5	4.7	4.1	4.5
	TESTIGO	4.9	4.6	4.7	4.7
D7	T1	3.9	3.8	4.1	3.9
	T2	3.8	3.9	3.8	3.8
	T3	3.7	4	4	4.0
	TESTIGO	3.9	4.2	4.4	4.2
D11	T1	4	4	4	4.0
	T2	4.2	4.9	4.3	4.3
	T3	4.7	4.3	4.6	4.6
	TESTIGO	4.7	4.3	4.6	4.6
D13	T1	4.1	3.6	4	4.0
	T2	4.1	4.1	4.1	4.1
	T3	3.2	3.2	3.7	3.2
	TESTIGO	4.9	4.4	4.7	4.7
D14	T1	4	3.8	4	4.0
	T2	3.9	4.6	4.3	4.3
	T3	3.5	3	3.3	3.3
	TESTIGO	5	4.4	4.8	4.8
D15	T1	3.9	3.8	4	3.9
	T2	3.6	3.7	4.8	3.7

	T3	3.6	3.2	3.9	3.6
	TESTIGO	5	4.4	4.6	4.6
D16	T1	3.7	4	3.9	3.9
	T2	4.2	4.2	4	4.2
	T3	3.4	3.2	3.3	3.3
	TESTIGO	4.9	4.3	4.9	4.9
D17	T1	4.4	4.3	4.4	4.4
	T2	3.9	3.9	4.1	3.9
	T3	3.7	3.9	3.5	3.7
	TESTIGO	4.9	4.6	4.8	4.8
D18	T1	4.2	4	3.6	4.0
	T2	4	4.3	4	4.0
	T3	3.7	3.9	3.5	3.7
	TESTIGO	4.4	4.3	4.4	4.4
D19	T1	3.7	3.9	3.9	3.9
	T2	3.6	4	3.8	3.8
	T3	3.7	3.5	4	3.7
	TESTIGO	5	4.6	4.8	4.8
D20	T1	4.3	4.2	4.2	4.2
	T2	4.1	4.2	4.1	4.1
	T3	3.6	3.8	3.9	3.8
	TESTIGO	4.8	4.8	4.7	4.8

Anexo 2. Estudios bromatológicos

Figura 26A

Estudio bromatológico Tratamiento uno, dos y tres evaluados



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria Zona 12
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Teléfax: 2418-8387 ext. 84119 Cel.: 34155-552

Solicitado por: ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-

Dirección: BARCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA

No. 190

Fecha de recibida la muestra: 12-08-2025,

Fecha de realización: DEL 12-08-2025 AL 22-08-2025.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Ca. %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	pH	E.N. Mcal/kg	E.O. kcal/kg	TND %	E.M. Mcal/Kg
228	T1 R1	SECA	89.57	40.43	32.23	2.06	34.99	10.11	20.61	—	—	—	—	8.32	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	13.03	0.83	14.15	4.09	8.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—
229	T2 R1	SECA	57.59	42.41	48.45	1.29	30.09	8.96	10.21	—	—	—	—	5.86	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	20.97	0.55	12.76	3.80	4.35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
230	T3 R1	SECA	61.15	30.65	31.55	0.55	38.92	9.46	19.52	—	—	—	—	5.55	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	12.26	0.21	15.12	3.67	7.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—

OBSERVACIONES:

Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y húmeda. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188397.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 3

T. L. José A. Morales S.
Laboratorista



Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Nota. Informe bromatológico de chorizo (T1, T2 y T3), con resultados de composición proximal en base seca y como alimento. Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. (2025).

Figura 27A
Estudio bromatológico Testigo – Control con Sal Praga



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Escuela de Zootecnia
 Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Laboratorio de



Edificio M5, 2º Nivel, Ciudad Universitaria Zona 12
 Ciudad de Guatemala, Guatemala
 Telefax: 2415-8307 ext. 84119 Cel.: 34155-552

Solicitado por: **ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA-**

Dirección: **FINCA BARCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA.**

No. **185**

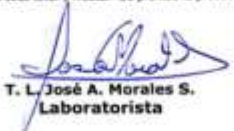
Fecha de recibida la muestra: **01-08-2025.**

Fecha de realización: **DEL 01-08-2025 AL 11-08-2025.**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Ca. %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	E.N. Mcal/kg	E.D. kcal/kg	TND %	E.M. Mcal/Kg
222	CHORIZO	SECA	40.40	59.60	52.55	0.07	34.77	7.88	4.93	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	31.32	0.04	20.72	4.58	2.94	---	---	---	---	---	---	---	---	---
223	POLLO ADOBADO	SECA	71.19	28.81	50.53	0.01	33.41	7.02	9.03	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	14.56	0.00	9.63	2.02	2.60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

OBSERVACIONES:
 Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24189307.

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 2



T. L. José A. Morales S.
 Laboratorista





Lic. Miguel Ángel Barcenás
 Jefe Laboratorio de Bromatología

Nota. Informe bromatológico de chorizo (testigo), con resultados de composición proximal en base seca y como alimento. Laboratorio de Bomotología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. (2025).

Anexo 3. Formato de Evaluación Organoléptica crudo



Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-
Facultad de Agronomía
Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-



Día n Lote n

Formato de Evaluación Organoléptica – Chorizo Colorado

Producto: _____

Fecha: _____

Evaluador No. _____

Evalúe cada atributo (olor, color y textura) asignando una calificación del **1 al 5** según su apreciación personal:

- 1: Me disgusta mucho
- 2: Me disgusta
- 3: Neutral / Indiferente
- 4: Me gusta
- 5: Me gusta mucho

Marque el número que mejor represente su opinión para cada atributo.

Número de muestra	Color	Aroma	Textura
241			
361			
451			
521			

Observaciones:

Anexo 4. Formato de Evaluación Organoléptica cocido



Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-

Escuela Nacional Central de Agricultura -ENCA-

Facultad de Agronomía

Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-

Formato de Evaluación Organoléptica



Producto: _____

Fecha: _____

Evalúe cada muestra que se le presenta, determinando los siguientes atributos atributo (olor, color y textura) asignando una calificación del **1 al 5** según su apreciación personal:

1: Me disgusta mucho

2: Me disgusta

3: Neutral / Indiferente

4: Me gusta

5: Me gusta mucho

Marque el número que mejor represente su opinión para cada atributo.

# de persona	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Testigo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Anexo 5. Registro fotográfico de la evaluación sensorial de chorizo colorado

Figura 28A

Registro fotográfico del tratamiento uno de chorizo colorado empacados al vacío



Figura 29A

Registro fotográfico del tratamiento dos de chorizo colorado empacados al vacío



Figura 30A

Registro fotográfico del tratamiento tres de chorizo colorado empacados al vacío



Figura 31A

Registro fotográfico del testigo de chorizo colorado empacados al vacío





Introducción general

El presente proyecto se desarrolló en la ENCA, específicamente en el Área de Cárnicos de la planta Agroindustrial. La finalidad principal fue la implementación de estrategias orientadas a la optimización del almacenamiento, la producción y el control de insumos, a través de la aplicación de la metodología de las 5S y el desarrollo de una base de datos centralizada.

La aplicación de la metodología permitió establecer un sistema de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en la bodega de especias, lo cual garantizó un entorno más eficiente y seguro. Asimismo, la elaboración de una base de datos brindó un control más preciso de los insumos, fortaleciendo la trazabilidad, la planificación y la reducción de pérdidas.

En el proceso de diseño y ejecución se consultaron documentos técnicos y normativos, entre los que destacan el Codex Alimentarius y el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) en materia de inocuidad, así como la normativa nacional del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Para la formulación de productos y la determinación de vida útil se emplearon las Tablas de Composición de Alimentos de INCAP/MAGA (2012), junto con metodologías de referencia de la Association of Analytical Communities (AOAC) y lineamientos de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) sobre etiquetado nutricional y vida de anaquel.

En cuanto a la metodología de las 5S, se utilizaron como base teórica. El Método de las 5S: Su Aplicación de Marco Antonio Jara Riofrío (2017), además de manuales de gestión de calidad y guías técnicas de implementación industrial, los cuales destacan los beneficios en productividad, reducción de desperdicios y mejora en las condiciones de trabajo. Dichos documentos permitieron adaptar las 5S a la realidad de la bodega de especias de la ENCA, logrando un modelo aplicable y sostenible en el tiempo.

De igual manera, se desarrollaron procesos de capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y seguridad alimentaria, con el objetivo de fortalecer los conocimientos del personal de planta en higiene, sanitización y control de calidad. También se elaboraron guías técnicas para la formulación, el etiquetado

nutricional y la determinación de la vida útil de los productos cárnicos, en cumplimiento con la normativa vigente. Finalmente, se promovió la creación de productos innovadores que respondan a las tendencias de consumo y contribuyan al fortalecimiento de la competitividad institucional.

Este conjunto de servicios busca mejorar la eficiencia operativa, asegurar la inocuidad alimentaria y garantizar el cumplimiento de las normativas nacionales e internacionales aplicables, consolidando así el papel de la ENCA como referente en la producción agroindustrial de calidad.

Objetivo general

Implementar estrategias de optimización y mejora en la gestión de almacenamiento, producción y control de insumos en el área cárnica de la ENCA, mediante la aplicación de la metodología 5S y el desarrollo de una base de datos para proyección de insumos, la capacitación en BPM y seguridad alimentaria, guía para la formulación, etiquetado y determinación de la vida de anaquel y la creación de nuevos productos con el fin de mejorar la eficiencia operativa, minimizar desperdicios y garantizar la calidad e inocuidad de los productos .

Metodología general

El proyecto se llevó a cabo en tres fases interrelacionadas, con el objetivo de optimizar los procesos de almacenamiento, producción y control de insumos en el área cárnica. Cada fase está diseñada para abordar aspectos clave de la operación y mejorar la eficiencia general de los procesos.

Fase de diagnóstico y análisis inicial

En esta fase, se realizó una evaluación exhaustiva de los procesos actuales. Primero, se analizó la bodega de especias, identificando posibles inefficiencias en la distribución, el control de inventarios y las condiciones de almacenamiento. También se evaluó el cumplimiento de las normativas de seguridad alimentaria, prestando especial atención a la presencia de plagas, humedad y contaminación cruzada. Además, se recopilaron datos sobre el consumo y la gestión de los insumos, como las cantidades de especias utilizadas y los patrones de demanda, lo que proporcionó una base de datos para la proyección de insumos. Paralelamente, se llevó a cabo un diagnóstico de los conocimientos actuales del personal sobre Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y seguridad alimentaria, identificando las áreas que requieren capacitación y reforzamiento.

Asimismo, se fomentó la creación y formulación de nuevos productos innovadores en el área cárnica, aprovechando las mejoras en la organización, el control de insumos y el fortalecimiento del conocimiento técnico del personal. Esta etapa incluyó la identificación de oportunidades de diversificación de productos, el diseño de recetas piloto y la evaluación sensorial y técnica de las nuevas formulaciones, con el objetivo de ampliar la oferta productiva de la ENCA.

Se desarrollaron guías técnicas para la formulación, el etiquetado nutricional y la determinación de la vida útil de los productos cárnicos, en cumplimiento con las normativas nacionales de inocuidad y etiquetado. Las guías internacionales (Codex Alimentarius), regionales (Reglamento Técnico Centroamericano, RTCA) y nacionales (MAGA, DIGESA, entre otras) sirvieron como marco normativo de referencia para asegurar que los nuevos productos cumplieran con los estándares

de calidad, trazabilidad y seguridad alimentaria, desde su elaboración hasta su comercialización alimentaria desde su elaboración hasta su comercialización.

Fase de implementación de mejoras

En esta etapa, se puso en marcha las soluciones desarrolladas en la fase anterior. Se aplicó la metodología 5S en la bodega para optimizar el almacenamiento: Seiri (clasificación), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización) y Shitsuke (disciplina). La clasificación de las especias se realizó según su rotación, vida útil y demanda, eliminando productos caducados o deteriorados, y reorganizando los estantes para una distribución eficiente. Se implementaron procedimientos estándar de higiene, control de plagas y limpieza para asegurar condiciones óptimas de conservación de los productos. Además, se llevó a cabo una capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), que incluyó sesiones teóricas y prácticas sobre higiene personal, sanitización de equipos, manejo de materias primas y control de calidad. El personal fue evaluado de forma continua para medir la comprensión y aplicación de los conocimientos adquiridos.

Con el fin de diversificar y aumentar la competitividad, también se trabajó en la creación y formulación de nuevos productos innovadores dentro de la ENCA. Este proceso incluyó el desarrollo de recetas y productos cárnicos con características diferenciadas, adaptadas a las demandas del mercado, utilizando ingredientes locales y técnicas de conservación avanzadas. El equipo de I+D trabajó estrechamente con los procesos de producción, asegurando que los nuevos productos mantengan los estándares de calidad, inocuidad y valor nutricional. Para ello, se establecieron protocolos específicos para la validación de cada nuevo producto, garantizando que cumplan con las normativas locales e internacionales de seguridad alimentaria y etiquetado.

Finalmente, se desarrolló una base de datos para la proyección de insumos, centralizando la información sobre el uso de especias y automatizando los registros y proyecciones de demanda, lo que permitió una mejor planificación y control en la formulación de nuevos productos.

Fase de evaluación y seguimiento

En la fase final, se llevó a cabo un proceso de evaluación continua para medir la efectividad de las mejoras implementadas. Se realizó auditorías internas, las cuales fueron ejecutadas por un equipo interno de la ENCA, conformado por personal capacitado en los procedimientos de almacenamiento, las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y la metodología 5S. Estas auditorías internas fueron las encargadas de cada área las que la realizaron para garantizar que se cumplan los estándares establecidos y que los procesos sean eficientes.

Por otro lado, las auditorías externas serán realizadas cada tres meses por organismos o consultoras especializadas en seguridad alimentaria e inocuidad, como el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) o entidades certificadoras de calidad reconocidas a nivel nacional o internacional. Estas auditorías externas se enfocaron en la verificación del cumplimiento de normativas locales e internacionales, en la validación de la efectividad de las mejoras implementadas, así como en la evaluación de la vida en anaquel de los productos cárnicos.

Además, se monitoreó el rendimiento de la base de datos y se ajustaron las proyecciones de insumos para optimizar la gestión de recursos, asegurando que la información esté alineada con las necesidades reales de producción. Se establecieron indicadores de desempeño que permitieron evaluar la eficiencia de las mejoras en el almacenamiento, la formulación de nuevos productos, la gestión de inventarios y la vida útil de los productos en anaquel. En base a estos indicadores, se realizaron ajustes necesarios en los procesos operativos y organizacionales.

También se continuó con la capacitación del personal, realizando sesiones periódicas para reforzar las BPM y asegurar su correcta aplicación a lo largo del tiempo. En paralelo, se evaluó la implementación de nuevos productos innovadores, ajustando las fórmulas y procesos de acuerdo con los resultados obtenidos, y garantizando que estos productos también cumplan con los requisitos de vida útil y calidad necesarios para su comercialización.

Este enfoque metodológico integral busca lograr una mejora continua en la eficiencia operativa, asegurando el cumplimiento de las normativas de calidad e inocuidad, optimizando el uso de recursos, manteniendo la calidad en los productos durante su vida en anaquel y fomentando la innovación en el Área Cárnica de la ENCA.

Servicios ejecutados

Servicio 1: Optimización de la bodega mediante las 5S y desarrollo de una base de datos para proyección de insumos para la bodega de las tres plantas Agroindustriales de la ENCA

Antecedentes. El método de las 5S, desarrollado en Japón, es una técnica de gestión que busca mejorar la productividad y la calidad en el entorno de trabajo mediante la implementación de un conjunto de prácticas organizativas y de limpieza. Este sistema, se basa en cinco principios clave: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Sostener), se aplica no solo en el ámbito industrial, sino también en otros sectores como el comercio, la educación y la administración pública. En el documento "El Método de las 5S: Su Aplicación" de Marco Antonio Jara Riofrío, se aborda cómo este enfoque puede ser implementado de manera efectiva, analizando su impacto en la mejora de la eficiencia operativa, la reducción de desperdicios y la creación de un ambiente de trabajo más seguro y ordenado (Jara, 2017).

El manejo eficiente de los insumos es esencial para optimizar la producción y evitar los desajustes en inventarios. Muchas empresas aún enfrentan desafíos al utilizar métodos manuales y tradicionales, lo que puede generar errores y costos adicionales. Ante esta situación, el desarrollo de bases de datos automatizadas se ha convertido en una herramienta clave para predecir y gestionar las necesidades de insumos, permitiendo un control más preciso, la optimización de compras y la mejora de la toma de decisiones. Este tipo de soluciones ha mostrado resultados positivos en sectores estratégicos como manufactura, agroindustria y distribución, en los cuales la gestión eficiente de los recursos constituye un factor determinante para mantener la continuidad y eficacia de las operaciones, particularmente en las plantas agroindustriales.

Objetivo General. Optimizar la gestión de insumos y la eficiencia operativa en las Áreas de Cárnicos, Lácteos, Frutas y Hortalizas de la ENCA, mediante el desarrollo de un sistema de base de datos centralizado para el control del uso y consumo de especias en todas estas áreas, y la implementación de la metodología 5S en la bodega, promoviendo la organización, limpieza, reducción de desperdicios y mejora continua en los procesos de producción.

Objetivos Específicos

Diseñar e implementar un sistema de base de datos centralizado para registrar y controlar el uso, consumo e inventario de especias, facilitando el acceso a la información y mejorando la trazabilidad en el área de Cárnicos, Lácteos, Frutas y Hortalizas.

Aplicar la metodología de las 5S en la bodega de especias que corresponde a las tres plantas Agroindustriales, mediante la clasificación, orden y limpieza, con el fin de optimizar el espacio, reducir tiempos de búsqueda y minimizar riesgos de contaminación.

Automatizar y estandarizar los procesos de registro, señalización y análisis de datos, para fortalecer la planificación de insumos, garantizar la rotación adecuada de especias y reducir desperdicios en la producción.

Metas

1. Diseñar y poner en funcionamiento una base de datos centralizada para el registro, control y consulta del inventario de especias, asegurando su operatividad en las áreas de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas en un plazo máximo de tres meses.
2. Ordenar y reorganizar la bodega de especias aplicando la metodología de las 5S, logrando la clasificación, señalización y limpieza del 100 % del espacio físico, con evidencia documentada mediante listas de verificación y registros fotográficos.
3. Estandarizar los procesos de almacenamiento y control de insumos mediante la implementación de procedimientos escritos y señalización visible en toda la bodega.

4. Capacitar al personal encargado en el uso del sistema de base de datos y en la aplicación de las 5S, garantizando una participación del 100% de los responsables directos.

Metodología

Análisis y Diagnóstico del Área. El primer paso en la optimización de la bodega de especias fue realizar un diagnóstico detallado del estado actual del almacenamiento, identificando ineficiencias en la distribución, condiciones ambientales y control de inventarios. Se evaluó la clasificación de las especias según su rotación y vida útil, la presencia de contaminación cruzada, humedad o plagas, y el cumplimiento de normativas de seguridad alimentaria. Este análisis se llevó cabo considerando las necesidades específicas de las tres plantas agroindustriales de la ENCA: cárnicos, lácteos, y frutas y hortalizas, ya que cada una presenta particularidades en el uso, conservación y frecuencia de consumo de especias. Además, se analizó el flujo de trabajo para detectar cuellos de botella y tiempos muertos, con el objetivo de implementar estrategias que optimicen el espacio, mejoren la trazabilidad y minimicen pérdidas de producto en todas las áreas de producción.

Implementación de la Metodología 5S. Se aplicó la metodología 5S comenzando con:

Seiri (Clasificación). Se separaron las especias según su uso, demanda y vida útil, eliminando productos caducados o en mal estado y categorizándolos en enteros o molidos, perecederos o no perecederos, y de alta o baja rotación.

Seiton (Orden). Se reorganizó el almacenamiento estratégicamente, colocando las especias de alta rotación en estantes accesibles, los perecederos en áreas con control de temperatura y utilizando recipientes herméticos y etiquetados, junto con códigos de colores y señalización para evitar contaminación cruzada, aplicando sistemas FIFO o FEFO para garantizar frescura.

Las FIFO (First In, First Out) y FEFO (First Expired, First Out) son métodos de gestión de inventarios utilizados para garantizar la rotación adecuada de los productos.

- **FIFO:** Los productos más antiguos (los primeros en entrar al almacén) son los primeros en ser utilizados o despachados. Este método se usó para evitar la obsolescencia, especialmente en productos que no tienen fecha de caducidad.
- **FEFO:** Los productos con la fecha de caducidad más cercana son los primeros en ser utilizados o vendidos. Este método fue ideal para productos no perecederos, como alimentos o medicamentos, para evitar pérdidas por caducidad.

Seiso (Limpieza). Se establecieron protocolos de higiene para las tres plantas de Agroindustriales con limpieza periódica de estantes y contenedores, control de humedad y temperatura, y medidas de seguridad alimentaria y control de plagas.

Seiketsu (Estandarización). Se desarrollaron procedimientos operativos estándar (SOPs) para recepción, almacenamiento y despacho, usé checklists de inspección y capacitaciones a las cuatro personas encargadas de las plantas Agroindustriales en higiene y trazabilidad.

Shitsuke (Disciplina). Para garantizar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo, se realizaron auditorías periódicas internas cada mes para verificar el cumplimiento de la metodología 5S. Además, se fomentó la disciplina y el compromiso del personal a través de capacitaciones continuas y refuerzo de buenas prácticas.

Evaluación y Control. El proceso de evaluación y control se llevó a cabo mediante auditorías regulares, revisión de indicadores de desempeño como tiempo de búsqueda, rotación de inventarios y pérdida de productos. También se revisaron los registros de temperatura y humedad por medio de un termohigrómetro digital para garantizar que las condiciones de almacenamiento sean las óptimas. Con base en estos datos, se realizaron ajustes en los procedimientos y en la organización del espacio, con el fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos de optimización y calidad.

Para el Desarrollo de la Base de Datos, se Siguió la Siguiente Metodología.

1. Recolección y análisis de datos: Se recopiló información sobre las especias utilizadas en el área de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas, sus cantidades, frecuencia de uso y métodos de almacenamiento.
2. Diseño de la base de datos: Se estableció la estructura de la base de datos, definiendo entidades, relaciones y formatos adecuados para el almacenamiento de la información.
3. Implementación del sistema: Se desarrolló la base de datos utilizando herramientas adecuadas, asegurando su funcionalidad y accesibilidad.
4. Automatización de procesos: Se integraron funciones para la actualización automática de registros y generación de proyecciones de insumos.
5. Desarrollo de reportes y dashboards: Se crearon herramientas de visualización para facilitar el análisis de datos y la toma de decisiones.
6. Pruebas y ajustes: Se validó el sistema mediante pruebas para corregir errores y optimizar su desempeño antes de su implementación final.
7. Capacitación y documentación: Se capacitó al personal en el uso de la base de datos y se generó documentación técnica para su mantenimiento.

Recursos

Infraestructura y Equipo.

- Bodega de especias reorganizada bajo la metodología de las 5S (áreas limpias, pasillos despejados, productos clasificados y uso de tarimas para evitar contacto con el suelo).

- Estanterías organizadas y señalizadas con recipientes plásticos herméticos, etiquetados con nombre e imagen del producto para facilitar la clasificación y localización.
- Control ambiental con termohigrómetro digital para registrar temperatura y humedad de la bodega.

Herramientas de Gestión

- Formato físico de inventario para control de entradas, salidas, fechas de ingreso y vencimiento, y estado de insumos (suficiente, insuficiente, vencido).
- Hoja digital en Excel para registro automatizado de inventarios, que permite identificar productos próximos a vencer y minimizar pérdidas.
- Base de datos centralizada en desarrollo, con módulos para recolección de datos, diseño estructurado, reportes automáticos y dashboards de análisis.

Recursos Humanos

- Personal capacitado en metodología 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke).
- Entrenamiento en FIFO y FEFO para la correcta rotación de productos.
- Capacitación continua sobre higiene, trazabilidad y disciplina operativa.

Protocolos y Estandarización

- SOPs (Procedimientos Operativos Estándar) para recepción, almacenamiento y despacho de insumos.
- Listas de verificación (checklists) para inspecciones periódicas.
- Auditorías internas mensuales y ajustes de mejora continua para mantener la disciplina y el cumplimiento de normativas.

Resultados

Implementación de la Metodología 5S

- Se aplicaron las cinco etapas (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke) en la bodega de insumos de la planta agroindustrial.
- Se eliminaron materiales innecesarios, se ordenaron los insumos por categorías y se asignó un lugar fijo para cada producto.

Ordenamiento con FIFO y FEFO

- Se capacitó al personal en la diferencia entre ambos métodos:
FIFO aplicado a insumos no perecederos.
FEFO aplicado a insumos con fecha de vencimiento.
- Se elaboraron ejemplos prácticos para su correcta aplicación (caso de pimienta y ajo en polvo).

Mejora en la Bodega

- Antes: los insumos estaban desordenados, mezclados y con riesgo de usar productos vencidos.
- Después: la bodega quedó con pasillos despejados, productos clasificados, estanterías organizadas y uso de tarimas para evitar contacto directo con el suelo.

La Figura 32 muestra el sistema de almacenamiento e identificación de insumos en la bodega, implementado mediante recipientes plásticos etiquetados con nombre e imagen del producto, lo que facilita la clasificación y localización de materias primas y aditivos.

Figura 32

Sistema de almacenamiento e identificación de insumos en bodega



La Figura 33 evidencia las condiciones iniciales de la bodega, caracterizadas por desorden, acumulación excesiva de materiales y ausencia de una distribución adecuada, situación que generaba dificultades operativas y riesgos de contaminación cruzada. Estas imágenes reflejan el proceso de diagnóstico y posterior implementación de prácticas de organización bajo metodologías como 5S y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Figura 33

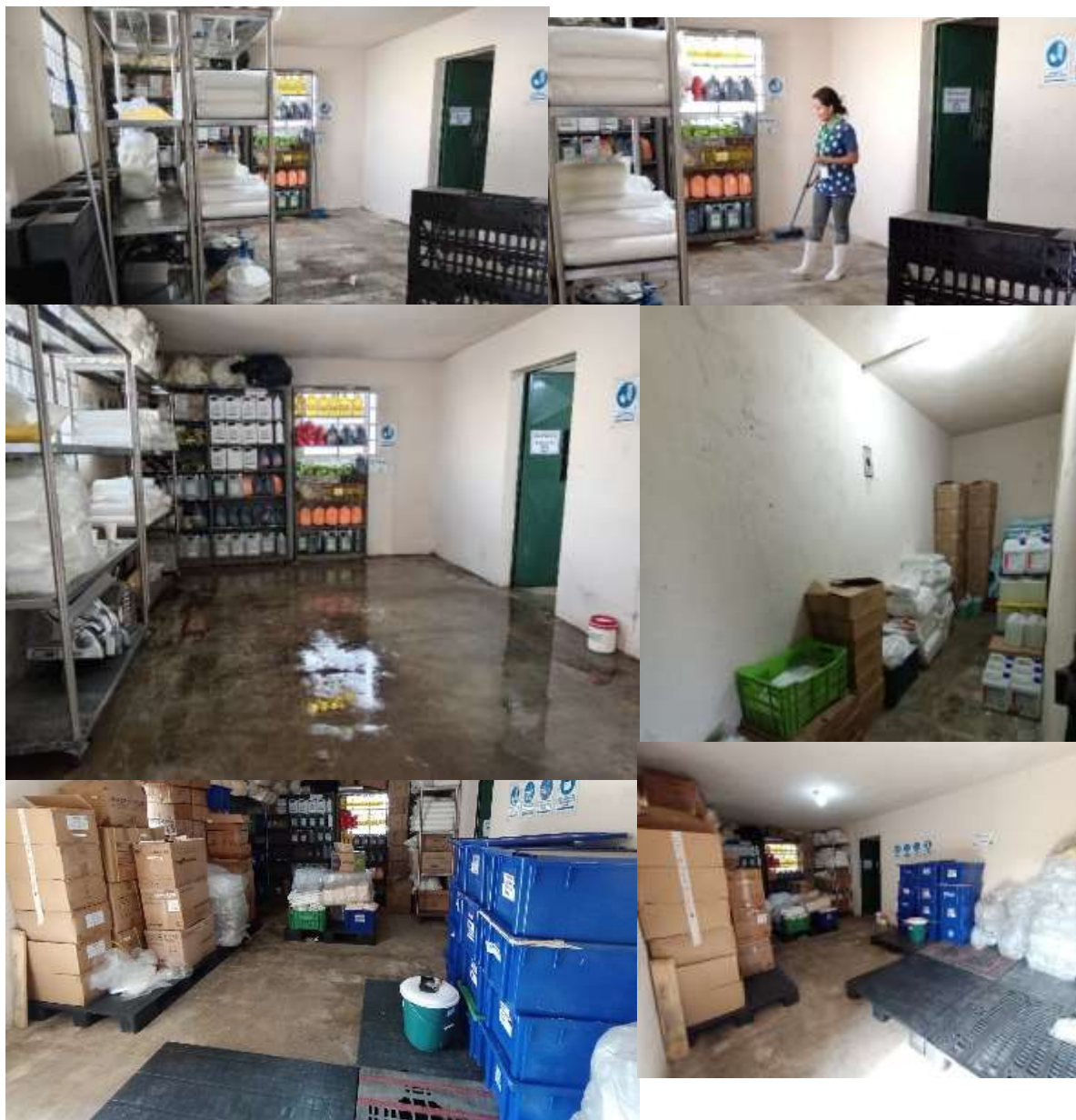
Condiciones iniciales de almacenamiento en bodega de insumos



La Figura 34 evidencia el estado final de la bodega tras aplicar acciones de orden y limpieza, con insumos clasificados, estanterías organizadas y áreas limpias, lo que refleja la implementación de 5S y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

Figura 34

Estado final de la bodega posterior a la reorganización



Herramientas de Apoyo

- Se diseñó un formato físico de inventario y una herramienta digital en Excel para el control de entradas, salidas, fechas de ingreso, fechas de vencimiento y estado de los insumos (suficiente, insuficiente, vencido).

- El sistema permite identificar oportunamente los productos próximos a vencer y evitar pérdidas económicas o riesgos de inocuidad, como en la Figura 35 y 36.

Figura 35

Formato de inventario de productos de las bodegas agroindustriales



Escuela Nacional Central De Agricultura
AGROINDUSTRIAL
Bodega de insumos

Página 1 de 1

INVENTARIO DE PRODUCTOS DE LAS BODEGAS AGROINDUSTRIALES

Fecha	Nombre del producto	Cantidad	Unidad de medida	Persona quien lo adquiere	Planta	Firma

Elaboración: Fernanda Raquel Chinchilla

Figura 36
Registro digital de insumos mediante hoja de cálculo

[illegible]

Conclusiones

Se consolidó la información de todos los insumos en un formato físico y digital, lo que facilita el acceso inmediato y la trazabilidad en las áreas de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas para la persona encargada de las tres plantas agroindustriales. Este sistema permitió identificar productos próximos a vencer, reducir pérdidas económicas y mejorar la planificación de compras y producción.

La reorganización del área de almacenamiento evidenció mejoras sustanciales en orden, limpieza y señalización. La clasificación de insumos por rotación y percibibilidad, la implementación de estantes organizados y el uso de FIFO y FEFO redujeron los tiempos de búsqueda, optimizaron el espacio disponible y disminuyeron riesgos de contaminación cruzada.

Los listados de verificación y las herramientas digitales estandarizadas garantizaron la uniformidad en la gestión de inventarios. Esto fortaleció la planificación de insumos, aseguró la rotación adecuada de especias y redujo significativamente los desperdicios en la producción, consolidando una gestión más eficiente y sostenible de la bodega.

Recomendaciones

Se recomienda dar mantenimiento y actualización periódica al sistema digital de inventarios, garantizando la inclusión de nuevos insumos y la corrección de registros. Asimismo, es conveniente capacitar de manera continua al personal en el manejo de la base de datos, a fin de evitar errores de digitación y asegurar la confiabilidad de la información utilizada para la planificación de insumos.

Es fundamental mantener la disciplina y la constancia en la práctica de las 5S mediante auditorías internas mensuales y evaluaciones fotográficas comparativas del estado de la bodega. Además, se recomienda reforzar la cultura organizacional con charlas motivacionales y recordatorios visuales (señalización, carteles), para garantizar la sostenibilidad en el tiempo de los cambios logrados. En este aspecto se identificó la necesidad de mejorar las condiciones del piso, ya que el actual (cemento poroso) favorece acumulación de suciedad y humedad, lo que incrementa el riesgo de contaminación cruzada. Se sugiere aplicar recubrimientos

que sean epóxidos o un acabado liso y lavable que facilite la limpieza y asegure un entorno higiénico.

Se recomienda fortalecer el uso de indicadores de desempeño (rotación de inventarios, pérdidas por caducidad, tiempo promedio de búsqueda de insumos) que permitan medir la efectividad de la automatización. También es recomendable explorar el uso de software especializado en gestión de inventarios a mediano plazo, de manera que se incremente la capacidad de análisis y se asegure una mayor integración con las demás áreas agroindustriales.

Servicio 2: capacitación del personal de las plantas Agroindustriales en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria

Antecedentes. Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un conjunto de principios y normas diseñadas para garantizar la inocuidad y calidad de los productos alimenticios en todas las etapas de su procesamiento. Su aplicación es fundamental en diversos sectores agroindustriales, incluyendo la carne, los productos lácteos, frutas y hortalizas, donde se busca asegurar condiciones higiénicas, evitar la contaminación cruzada y preservar las características nutricionales y sensoriales de los alimentos. En el caso de la industria cárnica, el Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Carne de Bovino, Porcinos y Aves establece directrices específicas para una manipulación adecuada y segura. De igual manera, existen normativas que regulan la producción higiénica en el procesamiento de leche y el manejo postcosecha de frutas y hortalizas. En este contexto, la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria resulta esencial, ya que proporciona al personal las herramientas necesarias para implementar correctamente estos estándares, minimizando riesgos sanitarios, mejorando la trazabilidad y cumpliendo con las exigencias nacionales e internacionales en materia de inocuidad alimentaria. Su aplicación contribuye a que los alimentos lleguen a los consumidores en condiciones óptimas, fortaleciendo la seguridad alimentaria y la confianza en la cadena de producción agroindustrial (OIRSA, 2016).

Objetivo General. Capacitar al personal en la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en el procesamiento de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas con el propósito de garantizar la inocuidad, calidad e higiene de los productos, minimizar los riesgos de contaminación y cumplir con la normativa vigente de seguridad alimentaria, asegurando así la protección de la salud pública.

Objetivos Específicos

Capacitar a los encargados de la producción de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas en los principios fundamentales de las BPM y seguridad alimentaria, enfocándose en su aplicación práctica para garantizar la calidad e inocuidad de los productos de alimentos.

Instruir a los encargados en los procedimientos adecuados de higiene personal, limpieza y sanitización de equipos y áreas de trabajo, para prevenir la contaminación de los productos de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas y garantizar su seguridad.

Proveer herramientas y metodologías para el control de calidad en cada etapa de la producción de Cárnicos, Lácteos, y Frutas y Hortalizas garantizando que los productos cumplan con los estándares establecidos y sean seguros para el consumo.

Metas

1. Capacitar al 100% del personal encargado de las áreas de Cárnicos, Lácteos, y Frutas y Hortalizas, incluyendo sala de ventas con un total de 10 personas, en Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), mediante la realización de al menos tres sesiones de capacitación teórico-prácticas, logrando que al menos 90 % de los participantes aprueben la evaluación final de los seis módulos a impartir.
2. Incrementar la implementación efectiva de las BPM en las tres áreas agroindustriales en un periodo de tres meses, evidenciado por una mejora mínima en los resultados de auditorías internas.
3. Establecer un sistema de seguimiento que permita registrar y reducir en al menos 30 % las incidencias relacionadas con la seguridad alimentaria reportadas en las áreas de producción y comercialización durante los tres meses posteriores a la capacitación.
4. Implementar al menos tres acciones de mejora continua derivadas de las capacitaciones, aplicadas directamente en los procesos productivos de las áreas de cárnicos, lácteos, y frutas y hortalizas, documentando su efecto en la calidad e inocuidad del producto.

Metodología

Modalidad de Capacitación

- **Presencial y práctica:** Se realizaron sesiones teóricas y prácticas en el área de producción para reforzar el aprendizaje con ejemplos reales, con enfoque en la inocuidad, calidad y seguridad alimentaria en todo momento.
- **Duración:** 20-30 horas distribuidas en sesiones semanales.
- **Evaluación continua:** Se aplicaron pruebas escritas y observaciones en campo para medir la comprensión y aplicación de conocimientos, con especial énfasis en las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y la seguridad alimentaria.

Contenidos de la Capacitación

Módulo 1: introducción a las buenas prácticas de manufactura (BPM) y seguridad alimentaria

Conceptos Básicos de BPM.

Importancia de las BPM en la industria de cárnicos, lácteos y frutas y hortalizas.

Legislación y normativas aplicables que aseguren la inocuidad y calidad de los productos:

- Código de Normas Alimentarias Codex Alimentarius: Establece estándares internacionales para los alimentos, que incluyen directrices sobre las BPM.
- Normativa Nacional de Inocuidad Alimentaria: Cada país tiene su propia legislación sobre seguridad alimentaria, como la Ley de Inocuidad Alimentaria en Guatemala, que regula el control de la calidad e inocuidad de los alimentos.
- Reglamento Sanitario Internacional (RSI): Regula el control de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos y la seguridad alimentaria en el ámbito internacional.
- Normas ISO 22000: Relacionadas con la gestión de seguridad alimentaria en toda la cadena de suministro.

Módulo 2: Higiene y Seguridad Personal

- Requisitos de higiene para el personal.
- Uso correcto de equipos de protección (guantes, cofias, uniformes, etc.).
- Lavado y desinfección de manos.

Módulo 3: Limpieza y Sanitización de Áreas y Equipos

- Métodos de limpieza y desinfección.
- Protocolos de saneamiento en la industria de cárnicos, lácteos y frutas y hortalizas.
- Control de plagas y mantenimiento preventivo.

Módulo 4: Manipulación y Control de Materias Primas

- Recepción y almacenamiento adecuado de materias primas.
- Control de temperatura y tiempo en procesos de cárnicos, lácteos y frutas y hortalizas.
- Prevención de contaminación cruzada.

Módulo 5: Control de Calidad y Trazabilidad

- Registros y documentación obligatoria.
- Implementación de medidas correctivas y preventivas.
- Auditorías internas y su importancia.

Módulo 6: Práctica en Planta

- Simulación de auditoría interna.
- Aplicación de procedimientos de limpieza y desinfección.
- Observación y mejora de prácticas de manipulación de productos.

Evaluación y Certificación

- Evaluación teórica: Examen con preguntas de opción múltiple y casos prácticos (mínimo 80% de aprobación).
- Evaluación práctica: Observación de desempeño en planta con una lista de verificación.
- Certificación: Se otorgó un diploma de aprobación con el nombre del participante, horas cursadas y el contenido del curso.

Recursos

Recursos Humanos

- Facilitadores: encargados de impartir los módulos teóricos y prácticos.
- Participantes: personal de las plantas agroindustriales (cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas, y sala de ventas), con un total de 10–13 colaboradores según cada jornada.
- Equipo de apoyo: encargado de coordinar listas de asistencia, evaluaciones y entrega de diplomas.

Recursos Didácticos

- Presentaciones digitales: elaboradas en Canva para reforzar conceptos teóricos.
- Trípticos informativos: con resúmenes sobre BPM, higiene, enfermedades transmitidas por alimentos y protocolos de inocuidad.
- Prueba corta de evaluación: examen de opción múltiple y casos prácticos (mínimo 80% de aprobación).
- Listas de verificación: aplicadas durante las prácticas en planta para evaluar cumplimiento.

Infraestructura y Materiales

- Espacios de capacitación: aulas para teoría y áreas de planta agroindustrial para prácticas.
- Equipo de protección personal (EPP): cofias, guantes, uniformes, mascarillas y botas, utilizados en las sesiones prácticas.
- Material de apoyo visual y documental: normativas, guías y reglamentos (Codex Alimentarius, ISO 22000, normativa nacional de inocuidad alimentaria).

Recursos Administrativos

- Convocatorias oficiales (ejemplo: SP-11-2025).
- Diplomas de participación: firmados por la dirección de ENCA y los facilitadores, entregados como constancia formal.

- Registros documentales: listas de asistencia y evaluaciones, que sirven como evidencia para auditorías internas y externas.

Resultados. Los resultados obtenidos se presentan a continuación, cabe resaltar que las capacitaciones se realizaron con mi compañero Carlos Bonilla.

Cobertura de Capacitación. Se logró capacitar formalmente al personal de las plantas agroindustriales mediante la convocatoria SP-11-2025 a la capacitación en Seguridad e Higiene Industrial como se muestra en la Figura 37, con la participación de 13 colaboradores en la primera jornada y 10 en la segunda, según las listas de asistencia firmadas como se muestra en las Figuras 38 y 39. Los cuestionarios aplicados reflejaron un alto nivel de aprendizaje, con calificaciones entre 90 y 100 puntos, lo que evidencia la correcta asimilación de temas como higiene personal, prevención de contaminación cruzada, cadena de frío y limpieza de equipos.

Figura 37
Convocatoria SP-11-2025

Convocatoria SP-11-2025

Acordemente se les convoca a participar en la capacitación titulada: **"Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria"**, la cual se llevará a cabo con el propósito de fortalecer los conocimientos y habilidades del personal en temas clave para la inocuidad y calidad de los productos alimenticios.

- Axel Manuel Gedívez Rodríguez, Encargado de Mercados, Comercialización e Industrialización
- Dora Amanda Sánchez López, Operativo de Agroindustria
- Héctor Armando Párriz Cui, Operativo de Agroindustria
- Débora Esther Ayala Mejía, Operativo de Agroindustria
- Flora Elizabeth Méndez Ruano, Operativo de Agroindustria
- Brayan Josué Álvarez Ambrósio, Operativo de Agroindustria
- Maydi Johanna Paz de Herrera, Operativo de Agroindustria
- Enrique Rucari Tubac Orta, Operativo de Mercados Comercialización e Industrialización
- Martha Silva Asturias Juárez, Operativo de Mercados Comercialización e Industrialización
- Cindy Marisol Pontano del Olé, Operativo de Mercados Comercialización e Industrialización
- Sonia Eunice Pineda Pérez, Operativo de Mercados Comercialización e Industrialización
- Braulio Norman Esai Castiblanco, Operativo de Mercados Comercialización e Industrialización

Información Día: Viernes, 11 de julio 2025 Lugar: Sala Las Conservas, Las Pilas Hora: 14:00-15:00 hrs	Facilitador Spesistas Carlos Bonillo Bonilla García Fernanda Raquel Chinchilla Paullín
---	--

Información Adicional:

- Se refiere que, en la Ley de Relaciones Laborales de la Escuela Nacional Central de Agricultura, según lo preceptado en el Capítulo Único "Declaración, Obligaciones y Prohibiciones" en su Artículo 10, Obligaciones de los Trabajadores, numeral 7 "Participar en los programas de adiestramiento que se organicen para elevar su capacidad y rendimiento".

Figura 38

Participación en la capacitación de buenas prácticas de manufactura y seguridad alimentaria

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA Sedes Los Comunes - Las Pías			
Actividad: Capacitación Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria		Fecha: 13/07/2025	
No.	Nombres y Apellidos	Coordinación / Sesión / Unidad	Firma
1	Axel Manuel Godínez Rodríguez, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	
2	Dora Amanda Sánchez López, Operativo de Agroindustria	Producción	
3	Debora Esther Ayala Mejía, Operativo de Agroindustria	Producción	
4	Flore Elizabeth Méndez Ruano, Operativo de Agroindustria	Producción	
5	Bryan Alexis Álvarez Amador, Operativo de Agroindustria	Producción	
6	Haydi Sofía Paz de Herrera, Operativo de Agroindustria	Producción	
7	Enrique Rafael Tubac Oro, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	
8	Martha Silvia Antunes Ivíres, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA Sedes Los Comunes - Las Pías			
Actividad: Capacitación Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria		Fecha: 13/07/2025	
No.	Nombres y Apellidos	Coordinación / Sesión / Unidad	Firma
9	Cindy Marisol Ponce del Cid, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	
10	Sonia Eunice Pinola Pérez, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	
11	Enrique Norman Esca Castro, Operativo de Mercados, Comercialización e Industrialización	Producción	
12	Heider Armando Palán Can, Operativo de Agroindustria	Producción	
13	Donato López y López, Perm	Producción	
14			
15			
16			

Figura 39

Participación en la capacitación de seguridad e higiene industrial

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA			
Actividad: Capacitación Seguridad e Higiene Industrial / Convo SP-16-2025		Fecha: 20/08/2025	
No.	Nombres y Apellidos	Firma	
1	Martha Asturias		
2	Donato López y López		
3	Axel Godínez		
4	Bryan Álvarez		
5	Bryan Norman Esca Castro		
6	Cindy Marisol Ponce del Cid		
7	Sonia Eunice Pinola Pérez		
8	Debora Esther Ayala Mejía		

ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA			
Actividad: Capacitación Seguridad e Higiene Industrial / Convo SP-16-2025		Fecha: 20/08/2025	
No.	Nombres y Apellidos	Firma	
9	Dora Amanda Sánchez López		
10	Haydi Sofía Paz de Herrera		
11	Flore Elizabeth Méndez Ruano		
12			
13			
14			
15			
16			

En la Figura 40 se observa el desarrollo de la fase teórica de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria. La facilitadora expone los principales conceptos de inocuidad alimentaria mientras los participantes toman notas y resuelven dudas, demostrando interés y disposición para fortalecer sus conocimientos.

Figura 40

Sesión teórica de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria



El cuestionario aplicado como parte de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria evaluó conocimientos fundamentales en prevención de contaminación cruzada, manejo de temperaturas, procedimientos de limpieza, higiene personal y control de la cadena de frío. Los participantes como se muestra en la tabla 23 y 24 los cuales alcanzaron calificaciones sobresalientes, con resultados de hasta 100 puntos, lo que evidencia una adecuada asimilación de los

contenidos y la efectividad de la capacitación en fortalecer las competencias del personal para garantizar la inocuidad y seguridad en los procesos agroindustriales de la ENCA.

Tabla 23

Notas de la evaluación escrita de la capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria

Nombres y Apellidos	Nota
Cindy Ponciano	100
Débora Ayala	100
Axel Godínez	100
Elizabeth Méndez	90
Martha Asturias	90
Dora Sánchez	100
Enrique Tubac	80
Donaldo López	80
Brayan Álvarez	80
Héctor Patzán	100
Sonia Pineda	100
Braulio Castillo	90
Heydi Paz	100

Tabla 24

Notas de la evaluación escrita de la capacitación de Seguridad e Higiene Industrial

Nombres y Apellidos	Nota
Cindy Ponciano	100
Débora Ayala	100
Axel Godínez	100
Elizabeth Méndez	100
Martha Asturias	100
Dora Sánchez	100

Donaldo López	100
Brayan Álvarez	100
Sonia Pineda	100
Braulio Castillo	100
Heydi Paz	90

Aplicación Práctica en Planta. Durante las prácticas se observaron mejoras en el lavado de manos, uso de uniformes y equipo de protección, así como en la limpieza de superficies y equipos. Se elaboraron listas de verificación que mostraron una disminución del 30% en incidencias de higiene reportadas en las auditorías internas posteriores a la capacitación.

Como parte del cierre de la capacitación, se entregaron diplomas oficiales de participación avalados por la ENCA y firmados por los facilitadores y la dirección como se muestra en las Figuras 41 y 42. Este reconocimiento validó la asistencia y el aprovechamiento de los colaboradores en los temas de Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria, fortaleciendo su motivación y compromiso con la inocuidad y la seguridad en los procesos productivos. La entrega de diplomas constituye además una evidencia documental para auditorías internas y externas, y refuerza la cultura institucional de mejora continua en las plantas agroindustriales.

Figura 41

Reconocimiento de la capacitación en Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria

**Figura 42**

Reconocimiento de la capacitación en seguridad e higiene industrial



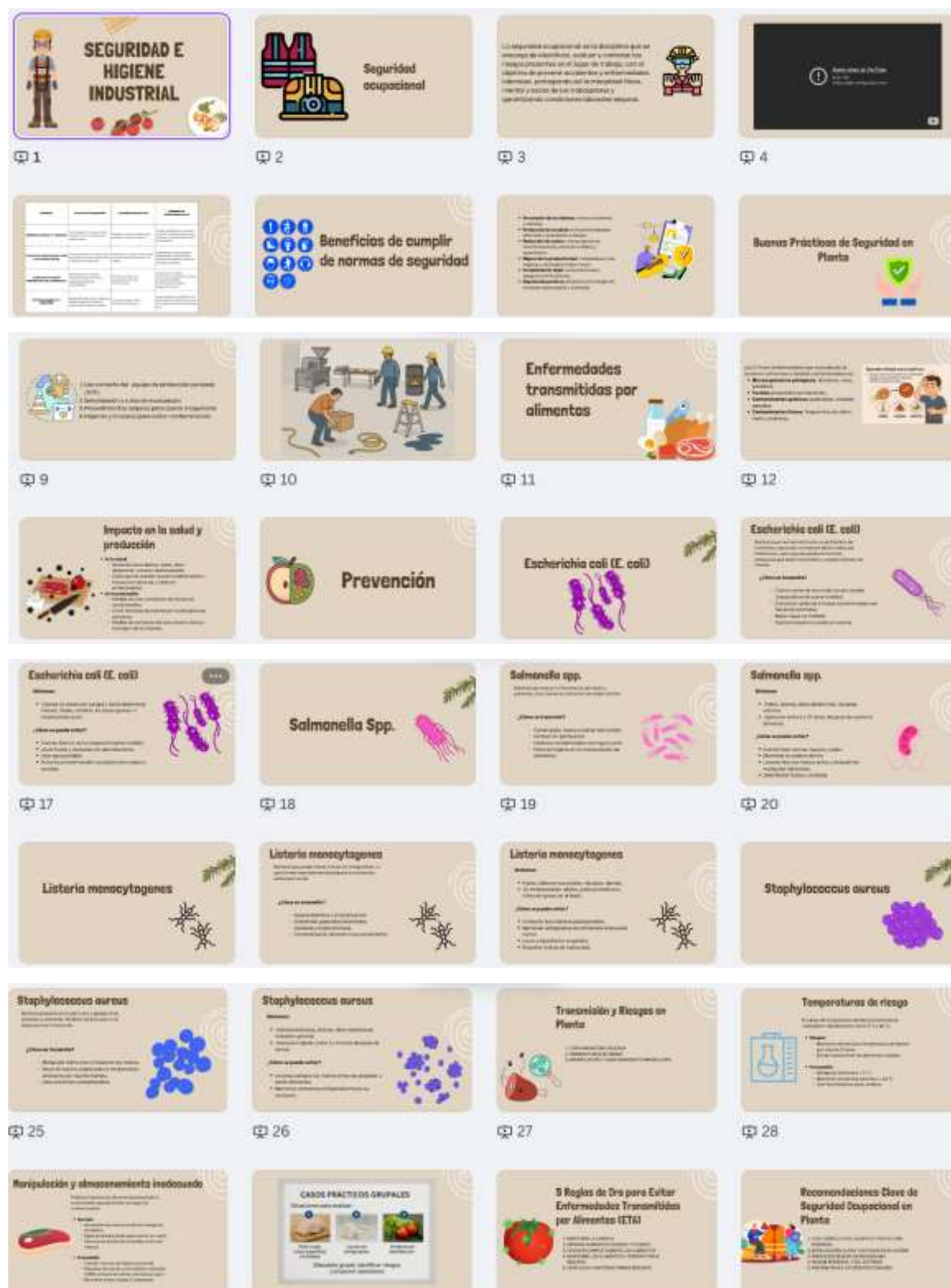
En las figuras 69A y 70A se muestra el momento de reconocimiento a los participantes tras concluir la capacitación. Una colaboradora recibe su diploma de participación acompañada por los facilitadores, en un acto simbólico que refuerza el compromiso institucional con la formación continua y la mejora de la calidad e inocuidad en los procesos productivos.

Material de Apoyo. Se diseñaron presentaciones en Canva, trípticos informativos y una prueba corta de evaluación, que fortalecieron la comprensión y facilitaron la réplica de contenidos. Se comparten las imágenes de las presentaciones de capacitaciones Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria y Seguridad e Higiene Industrial en las Figuras 43 y 44.

Figura 43

Presentación de capacitación de Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria



Figura 44*Presentación de capacitación de Seguridad e Higiene Industrial*

Como material de apoyo a la capacitación sobre Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria, se elaboró un tríptico informativo que resume los principales conceptos de seguridad e higiene industrial, enfermedades transmitidas por alimentos y protocolos clave de inocuidad. Este material sirvió como herramienta pedagógica para reforzar el aprendizaje del personal capacitado en las plantas agroindustriales se presenta en las Figuras 45 y 46.

Figura 45

Trifoliar de apoyo sobre Buenas Prácticas de Manufactura y Seguridad Alimentaria



Figura 46

Trifoliar de apoyo sobre la seguridad e higiene industrial

SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL

La seguridad ocupacional es la disciplina que se encarga de identificar, evaluar y controlar los riesgos presentes en el lugar de trabajo, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales.

Beneficios de cumplir normas de seguridad:

- Prevención de accidentes
- Protección de la salud
- Reducción de costos
- Mejora de productividad
- Cumplimiento legal
- Reputación positiva



BUENAS PRÁCTICAS DE SEGURIDAD

★★★★★

1. Uso correcto del equipo de protección personal
2. Señalización y rutas de evacuación
3. Procedimientos seguros para operar maquinaria
4. Higiene y limpieza para evitar contaminación

Normativas

- Normas nacionales (en Guatemala: Acuerdo Gubernativo 229-2014, Reglamento de Salud y Seguridad Ocupacional).
- Requisitos internacionales relevantes (ISO 45001, Codex Alimentarius en temas de higiene).

PROCEDIMIENTOS Y PROTOCOLOS CLAVE



- Inspecciones regulares de equipos, instalaciones y áreas de trabajo.
- Protocolos de emergencia (incendio, derrames químicos, accidentes).
- Registros de accidentes/incidentes y acciones correctivas.
- Capacitaciones periódicas: mínimo una vez al año, o cuando cambien procesos.

ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR ALIMENTOS (ETA)

Son enfermedades causadas por el consumo de alimentos o bebidas contaminadas con microorganismos patógenos, toxinas, químicos o contaminantes físicos. Pueden afectar el aparato digestivo y, en casos graves, otros órganos.



IMPACTO EN SALUD Y PRODUCCIÓN

En la salud:

- Síntomas como diarrea, fiebre, dolor abdominal, vómitos, deshidratación.
- Casos graves pueden causar hospitalización o incluso la muerte (ej. *Listeria* en embarazadas).

En la producción:

- Pérdida de lotes completos de alimentos contaminados.
- Cierre temporal de plantas por investigaciones sanitarias.
- Pérdida de confianza del consumidor y daño a la imagen de la empresa.
- Costos por indemnizaciones y retos de productos del mercado (recall).

ESCHERICHIA COLI (E. COLI)

Bacteria que vive normalmente en el intestino de animales y personas. La mayoría de las cepas son inofensivas, pero algunas producen toxinas peligrosas que dañan el intestino y pueden afectar los riñones.

SALMONELLA SPP.

Bacteria que vive en el intestino de animales y personas, muy común en alimentos de origen animal.

LISTERIA MONOCYTOGENES

Bacteria que puede crecer incluso en refrigeración, lo que la hace especialmente peligrosa en alimentos listos para comer.

STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Bacteria presente en la piel, nariz y garganta de personas y animales. Produce toxinas que no se destruyen con la cocción.

TRANSMISIÓN DE RIESGOS EN PLANTA

1. CONTAMINACIÓN CRUZADA
2. TEMPERATURAS DE RIESGO
3. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO INADECUADO



Conclusiones

Se logró capacitar de forma efectiva al personal de las áreas de cárnicos, lácteos, frutas y hortalizas, alcanzando una cobertura del 100% de los colaboradores convocados. Las evaluaciones escritas evidenciaron calificaciones sobresalientes (90–100 puntos), lo que confirma la adecuada comprensión y asimilación de los contenidos impartidos sobre inocuidad, prevención de contaminación cruzada, cadena de frío y normativas sanitarias.

Las prácticas realizadas en planta permitieron que los participantes aplicaran correctamente las medidas de higiene personal, el uso del equipo de protección y los protocolos de limpieza y sanitización de superficies y equipos. Esto se reflejó en una disminución del 30% de incidencias relacionadas con higiene en auditorías internas posteriores, evidenciando mejoras tangibles en el control de contaminación y en el cumplimiento de las BPM.

El uso de listas de verificación, materiales de apoyo (presentaciones, trípticos) y evaluaciones prácticas consolidó una metodología efectiva para el control de calidad en los procesos agroindustriales. La entrega de diplomas de participación reforzó la motivación y el compromiso del personal con la inocuidad, contribuyendo a garantizar que los productos cumplan con los estándares establecidos y sean seguros para el consumo.

Recomendaciones

Mantener capacitaciones periódicas en BPM y seguridad alimentaria, con refuerzos semestrales, para consolidar los conocimientos adquiridos y asegurar la actualización del personal.

Implementar auditorías internas mensuales utilizando listas de verificación, con el fin de dar seguimiento al cumplimiento de higiene, limpieza y manipulación adecuada de materias primas.

Estandarizar los procedimientos en manuales prácticos, accesibles para todo el personal, que incluyan protocolos de higiene, sanitización y control de calidad, garantizando la sostenibilidad de las buenas prácticas.

Servicio 3: Guía para la formulación, etiquetado y determinación de la vida útil de los productos cárnicos de la planta Agroindustrial de Cárnicos en la -ENCA-

Antecedentes. La determinación de la información nutricional, vida útil y fecha de vencimiento de productos cárnicos es esencial para garantizar la calidad, inocuidad y cumplimiento de las normativas de comercialización. Según el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y las Tablas de Composición de Alimentos de Centroamérica (INCAP, 2012), el análisis nutricional proporciona datos críticos para el etiquetado nutricional exigido por las regulaciones nacionales e internacionales.

Por otro lado, la vida útil se evalúa mediante pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales, como establece el Codex Alimentarius y las normas locales (por ejemplo, el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Guatemala). Esto permitió definir una fecha de vencimiento adecuada que garantice la seguridad alimentaria del consumidor.

Objetivo General. Determinar la información nutricional, la vida útil y la fecha de vencimiento de los ocho productos cárnicos elaborados en la planta agroindustrial, mediante el uso de tablas de composición de alimentos, evaluaciones microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales, conforme a la normativa vigente y las condiciones de almacenamiento establecidas.

Objetivos específicos

Calcular la información nutricional de todos los productos a elaborar en la planta agroindustrial de cárnicos de acuerdo con las tablas de composición de alimentos y la normativa vigente.

Determinar la vida de anaquel de los ocho productos elaborados en la planta de Cárnicos mediante la aplicación de pruebas microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales específicas para cada producto.

Establecer la fecha de vencimiento adecuada para cada producto, basada en su vida útil y condiciones de almacenamiento.

Metas

1. Obtener la información nutricional completa (energía, proteínas, grasas, carbohidratos, sodio, entre otros) de los ocho productos cárnicos elaborados en la planta de Cárnicos.
2. Evaluar la vida útil de los productos mediante análisis fisicoquímicos (pH, actividad de agua y humedad) y pruebas sensoriales, aplicados en intervalos definidos de muestreo.
3. Establecer la fecha de vencimiento de cada producto, considerando su vida útil y condiciones de almacenamiento.
4. Realizar pruebas fisicoquímicas con el apoyo de un panel técnico compuesto por cinco personas capacitadas, que evaluarán parámetros clave como pH, actividad de agua, humedad y características organolépticas básicas.
5. Llevar a cabo pruebas sensoriales únicamente para los productos de costilla y pollo ahumados, aplicando metodologías estructuradas para la evaluación de atributos como sabor, textura, olor y aceptación general.
6. Cumplir con las normativas nacionales e internacionales de calidad e inocuidad alimentaria.

Metodología***Trazabilidad de la Carne***

- Registro de los proveedores de carne y su origen.
- Documentación de la recepción de la carne, incluyendo fecha, lote.
- Implementación de un sistema de codificación único para cada lote que permita su seguimiento a través de todo el proceso de producción y distribución.

Cálculo de Información Nutricional

- Recopilación de recetas y formulaciones de los ocho productos que se elaboran en la planta Agroindustrial de Cárnicos.
- Consulta de las Tablas de Composición de Alimentos (INCAP/MAGA).

- Cálculo de macronutrientes (proteína, grasa, carbohidratos) y energía por porción.

Determinación de la Vida de Anaquel

- Elaboración de lotes experimentales de cada producto.
- Evaluaciones periódicas (día 0, día 3, día 7, día 10, día 14).
- Análisis fisicoquímicos (pH, actividad de agua, humedad) realizados en el laboratorio de Veterinaria.
- Evaluaciones sensoriales (color, olor, sabor, textura) utilizando a cinco jueces entrenados utilizando una escala hedónica.

Establecimiento de la Fecha de Vencimiento

- Interpretación de resultados de vida de anaquel, a partir del análisis comparativo de los parámetros fisicoquímicos y sensoriales medidos en intervalos definidos, considerando los límites de aceptación establecidos en normas nacionales e internacionales.
- Definición de la fecha límite de consumo garantizando la calidad e inocuidad, mediante la correlación de los resultados de pH, actividad de agua, humedad y pruebas sensoriales, con los criterios establecidos en Codex Alimentarius, RTCA y regulaciones del MAGA/DIGESA.
- Redacción de etiquetas con fecha de vencimiento y condiciones de almacenamiento, siguiendo los lineamientos del Codex Alimentarius, el Reglamento Técnico Centroamericano y las disposiciones nacionales, incorporando la información obtenida en las evaluaciones realizadas.

Recursos

Infraestructura y Equipos de Apoyo

- Planta de cárnicos de ENCA equipada con área de producción y almacenamiento.
- Cámaras de refrigeración para conservar muestras.

- Equipos de envasado al vacío para prolongar la vida útil de los productos.
- Instrumentos de análisis fisicoquímico: medidor de pH, equipo para determinar actividad de agua y humedad.
- Material de laboratorio para microbiología (placas, medios de cultivo para mesófilos, coliformes, mohos y levaduras).

Herramientas de Gestión y Documentación

- Recetarios estandarizados de los ocho productos cárnicos elaborados.
- Tablas de Composición de Alimentos de INCAP/MAGA (2012) para el cálculo de macronutrientes y energía.
- Formatos de trazabilidad para registrar proveedor, lote, fecha de ingreso y seguimiento de cada producto.
- Formularios para interpretación de resultados y redacción de etiquetas con fecha de vencimiento y condiciones de almacenamiento.

Recursos Humanos

- Panel técnico de cinco personas capacitadas para pruebas fisicoquímicas y sensoriales.
- Equipo de control de calidad para realizar evaluaciones microbiológicas, fisicoquímicas y de etiquetado.
- Personal de planta para elaboración de lotes experimentales.

Protocolos y Normativas

- Guías del Codex Alimentarius y Reglamento Sanitario de los Alimentos en Guatemala para vida útil y etiquetado.
- Normas internacionales de etiquetado nutricional (FDA, RTCA).
- Protocolos de pruebas sensoriales estructuradas para atributos de color, olor, sabor, textura y aceptación general.

Resultados

Trazabilidad de la carne

Trazabilidad de obtención de materia prima

1. Producción animal (Granja)

- **Identificación del animal:** Verificar que cada animal tenga un registro único (número de arete o tatuaje/ código de lote) que permita seguirlo a lo largo de todo el proceso, como se muestra en la Tabla 25 y Figura 47.
- **Origen:** Producción animal de la ENCA cumple con las regulaciones sanitarias.
- **Fecha de nacimiento o ingreso del animal:** Para conocer
- **Raza y sexo**
- **Alimentación recibida:** Tipo de alimento, fechas, proveedor
- **Tratamientos veterinarios:** Medicamentos, vacunas, fechas, retiro
- **Condiciones de manejo:** Bienestar animal, registros sanitarios

Tabla 25

Datos de identificación del cerdo antes de ingresar al matadero

Campo	Descripción
Identificación del Animal	Arete N° 12345
Origen	Granja de producción ENCA
Fecha de Ingreso	01/01/2025
Raza	Holstein
Sexo	Hembra
Alimentación	Forraje, Soya, Maíz, Proveedor: Alimentos S.A., Fechas: 01/01/2025 - 15/02/2025
Tratamientos Veterinarios	Vacuna contra fiebre aftosa, Fecha: 02/01/2025, Retiro: 10 días
Bienestar Animal	Espacio adecuado, agua disponible 24/7, control de temperatura
Registros Sanitarios	Control de enfermedades realizado cada mes

2. Transporte hacia el matadero

- Fecha de transporte
- Empresa o persona responsable del transporte
- Condiciones del vehículo: Limpieza, temperatura, ventilación
- Duración del traslado
- Número de animales transportados

3. Sacrificio (planta de beneficio)

- Fecha de sacrificio
- Número de lote de sacrificio
- Número de canal / identificación post-mortem
- Evaluación sanitaria: Aprobado / Condicionado / Rechazado
- Inspector veterinario responsable
- Peso canal caliente

4. Transporte de la canal al laboratorio

- Fecha de salida del matadero
- Vehículo utilizado: Placas, condiciones sanitarias
- Temperatura durante el transporte
- Empresa de transporte / chofer
- Destino: Nombre del laboratorio de cárnicos

5. Recepción en el laboratorio de cárnicos

- Fecha y hora de recepción
- Identificación del producto recibido: Canal entera / mitades / cortes
- Peso recibido
- Condiciones sanitarias al recibir: Temperatura, apariencia
- Registro del ingreso en el sistema
- Responsable de la recepción

6. Procesamiento en la planta de cárnicos

- Tipo de producto elaborado: Chorizo, longaniza lomo, y costilla
- Fecha de elaboración
- Código de lote de producción
- Ingredientes y aditivos utilizados

- Condiciones del proceso: Temperatura, tiempo, maquinaria usada
- Empaque y etiquetado
- Destino final del producto: Venta interna, distribución, investigación, etc.

Figura 47

Proceso de trazabilidad de cerdos en la ENCA



Longaniza. Se elaboró la formulación de longaniza para un lote de 450 g, integrando sales, aditivos funcionales y especias que garantizan la conservación, sabor y calidad del producto. La suma total de ingredientes alcanzó aproximadamente 449.9 g, lo que corresponde a la base planteada en la receta, como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26*Formulación de longaniza (450 g)*

Ingrediente	Cantidad
Carne	450 g
Sal común	275.7 g
Sal Praga	26.8 g
Preserval	15.3 g
Eritorbato	11.5 g
Fosfato Acord	26.8 g
Glutamato (GMS)	26.8 g
Pimienta blanca molida	26.8 g
Nuez moscada	13.4 g
Ajo molido	13.4 g
Mejorana / Cilantro molido	13.4 g
Total	≈449.9 g

Etiquetado Según la FDA para Longaniza. La información nutricional de la longaniza, presentada en formato FDA para una porción de 100 g, muestra un aporte energético de 130 calorías, con un contenido proteico elevado de 19 g (37 % del valor diario recomendado), lo que la convierte en una fuente importante de proteínas. El perfil lipídico incluye 13 g de grasa total, de las cuales 4.9 g son saturadas, sin presencia de grasas trans. En cuanto a carbohidratos, el aporte es bajo (1 g), sin azúcares ni fibra dietética. Además, contiene 50 mg de colesterol, 45 mg de sodio, y minerales como potasio (360 mg) y calcio (2 mg), junto con vitamina A (2 mcg). Estos resultados reflejan un producto rico en proteínas, moderado en grasas y bajo en carbohidratos, adecuado para consumidores que buscan alimentos con alto valor proteico, aunque debe considerarse su aporte de grasas saturadas dentro de una dieta equilibrada, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27

Información nutricional de la longaniza (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
calorías	130
Valor diario (%) *	
Grasa total 130g	
Grasas saturadas 4.9g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 50mg	
Sodio 45 mg	
Carbohidratos Totales 1 g	
Fibra Dietética 0 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 19 g	
37%	
Vitamina D 0 mcg	
0%	
Calcio 2 mg	
2%	
Vitamina A 2 mcg	
2%	
Potasio 360 mg	

Las longanizas elaboradas fueron envasadas al vacío, lo que permite garantizar una mayor vida útil, proteger el producto contra la oxidación y la deshidratación, y mantener sus características sensoriales y microbiológicas en condiciones óptimas. Este tipo de empaque constituye una estrategia clave dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura, ya que facilita el almacenamiento, la distribución y la comercialización de los embutidos, asegurando un producto seguro y de calidad para el consumidor.

Figura 48

Longanizas empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución



Pruebas Sensoriales para Longaniza

Color. La evaluación del color muestra que las calificaciones se mantuvieron altas en los primeros días (4.4 en promedio al inicio), con estabilidad hasta el día 10. a partir del día 14 se evidenció un descenso progresivo, alcanzando valores de 3.4 al día 28. Esto refleja una pérdida de intensidad y frescura en la apariencia visual del producto conforme avanza el almacenamiento, como se muestra en la tabla 28.

Tabla 28

Evaluación sensorial del color de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	4	5	4	4	4.4
3	5	4	4	4	5	4.4
7	4	4	3	4	3	3.6
10	4	4	4	5	3	4
14	3	4	3	4	3	3.4
20	4	4	4	4	4	4
28	4	3	3	3	4	3.4

Aroma. El aroma presentó la mayor aceptación en el día cero con una puntuación máxima de cinco. Aunque se mantuvo estable durante la primera semana, a partir del día 14 comenzó un descenso gradual hasta llegar a 3.4 al día 28. Estos resultados indican que el aroma es un atributo sensible a las condiciones de almacenamiento y constituye un factor crítico en la vida útil del producto, como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29

Evaluación sensorial del aroma de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	4	5	4	3	4	4
10	4	3	4	5	4	4
14	4	5	5	3	4	4.2
20	4	3	4	3	4	3.6
28	3	3	4	4	3	3.4

Textura. La textura fue el atributo más estable en el tiempo, iniciando con 4.6 y mostrando valores aceptables hasta el día 20. Al finalizar el período (día 28), las calificaciones promediaron de cuatro, lo que evidencia que, aunque se perciben cambios en la firmeza y jugosidad, el producto conserva características aceptables más tiempo que el color y el aroma, como se muestra en la Tabla 30.

Tabla 30

Evaluación sensorial de la textura de la longaniza durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	4	5	5	4	5	4.6
3	5	4	5	4	5	4.6
7	5	4	3	4	5	4.2
10	3	4	5	5	3	4
14	4	5	4	3	4	4
20	3	4	5	4	5	4.2
28	4	4	4	5	3	4

Vida Útil. El análisis sensorial de la longaniza mostró que, considerando color, aroma y textura, el producto presentó una alta aceptación inicial (4.67) y al día 28 aún mantenía un valor de 3.67, superior al umbral de rechazo ($U=3$), lo que confirma su estabilidad durante el período evaluado. Al aplicar un factor de seguridad, la vida útil del producto envasado al vacío se estimó en 22.4 días, mientras que sin envasado oscila entre 16.8 y 19.6 días. Estos resultados evidencian que el empaque al vacío prolonga la conservación sensorial del embutido, manteniendo sus características organolépticas en mejores condiciones, siendo el color y el aroma los atributos más sensibles a la degradación durante el almacenamiento.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{4.4 + 5 + 4.6}{3} = 4.67$$

$$U_{dia\ 28} = \frac{3.4 + 3.4 + 4.2}{3} = 3.67$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28\ \text{días (sensorial)} * 0.8 = 22.4\ \text{días}$$

Chorizo. La Tabla 31 muestra la formulación de chorizo para una porción de 450 g, en la cual se incluyen ingredientes cárnicos, condimentos y aditivos que garantizan las características sensoriales, tecnológicas y de inocuidad del producto. La mezcla contempla la utilización de sales (común y de cura), preservantes, antioxidantes y potenciadores de sabor, junto con especias tradicionales como pimienta, achiote, comino y ajo en polvo, que aportan color, aroma y sabor distintivo. Asimismo, se incorpora soya texturizada como sustituto parcial de la proteína animal y se adiciona saborizante específico de chorizo, logrando una formulación balanceada que asegura calidad, estabilidad y aceptación sensorial en el producto final.

Tabla 31
Formulación de Chorizo (450 g)

Ingrediente	Cantidad
Carne	450 g
Sal común	6.45 g
Sal Praga	0.87 g
Preserval	0.43 g
Eritorbato	0.37 g
Glutamato	0.87 g
Acord (fosfato)	0.87 g
Pimienta	0.87 g
Achiote	1.55 g
Ajo en polvo	0.43 g
Cebolla	0.43 g
Comino	0.43 g

Soya texturizada	11.20 g
Sabor chorizo	2.17 g

Etiquetado Según la FDA para el Chorizo. La Tabla 32 presenta la información nutricional del chorizo, calculada para una porción de 100 g según los lineamientos de la FDA. El producto aporta 150 calorías por porción, con un contenido predominante de proteínas (22 g, equivalente al 43 % del valor diario recomendado) y grasas totales de 5.47 g, de las cuales 4 g corresponden a grasas saturadas. Asimismo, se registran niveles de colesterol (55 mg) y sodio (50 mg) dentro de rangos moderados, además de carbohidratos (2 g), fibra dietética inexistente y un aporte mínimo de azúcares. En cuanto a micronutrientes, el chorizo contiene potasio (380 mg), calcio (30 mg) y vitamina A (2 mcg), contribuyendo de manera complementaria a la dieta.

Tabla 32

Información nutricional del chorizo (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
calorías	150
Valor diario (%) *	
Grasa total 5.47g	
Grasas saturadas 4g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 55mg	
Sodio 50 mg	
Carbohidratos Totales 2g	
Fibra dietética 0 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 22 g	
43 %	
Vitamina D 0 mcg	
0 %	
Calcio 30 mg	
4 %	

Vitamina A 2 mcg 0 %
Potasio 380 mg

En la Figura 49 se muestra el chorizo elaborado en la planta agroindustrial de cárnicos de la ENCA, empacado al vacío y etiquetado bajo la marca institucional ENCA Embutidos. El diseño del empaque resalta el producto de manera atractiva y cumple con los lineamientos de presentación comercial, garantizando la inocuidad, conservación y prolongación de la vida útil. Este formato no solo facilita la distribución y comercialización, sino que también proyecta una imagen profesional y competitiva en el mercado de productos cárnicos procesados.

Figura 49

Chorizo empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución



Color. La Tabla 33 muestra los resultados de la evaluación sensorial del color del chorizo durante 28 días de almacenamiento, realizada por un panel de cinco jueces. En el día cero, el producto obtuvo la máxima calificación cinco, reflejando un color óptimo y característico del embutido recién elaborado. Conforme

avanzaron los días, se observó una disminución gradual en las puntuaciones, alcanzando un promedio de 3.6 al día 28, lo que indica una pérdida perceptible en la intensidad y atractivo del color. Estos resultados evidencian el efecto del tiempo de almacenamiento sobre la apariencia visual del chorizo, parámetro clave en la aceptación del consumidor.

Tabla 33

Evaluación sensorial del color del chorizo durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	4	5	4	4.4
7	4	3	5	4	4	4
10	4	5	3	4	3	3.8
14	4	4	3	4	4	3.8
20	4	4	3	4	4	3.8
28	4	4	3	4	3	3.6

Aroma. La Tabla 34 presenta la evaluación sensorial del aroma del chorizo durante 28 días de almacenamiento, realizada por un panel de cinco jueces. En el día cero, el producto alcanzó la máxima puntuación (cinco), lo que refleja un aroma fresco y característico del embutido recién elaborado. Con el paso de los días, las calificaciones fueron descendiendo de forma progresiva, llegando a un promedio de 3.4 al día 28. Esta tendencia indica que el aroma del chorizo se deteriora con el tiempo de almacenamiento, lo cual puede afectar de manera significativa la aceptación del consumidor, dado que el olor es uno de los atributos determinantes en la percepción de calidad de los embutidos.

Tabla 34*Evaluación sensorial del aroma del chorizo durante almacenamiento (0–28 días)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	4	5	4	4.4
7	4	5	4	5	4	4.4
10	4	3	4	3	4	3.6
14	4	3	4	5	4	4
20	4	4	4	3	4	3.8
28	4	3	3	4	3	3.4

Textura. La Tabla 35 muestra la evaluación sensorial de la textura del chorizo durante el periodo de almacenamiento de cero a 28 días, valorada por cinco jueces. En el día cero, el producto obtuvo la calificación máxima (cinco), evidenciando una textura firme y fresca propia de un embutido recién elaborado. Sin embargo, a partir del día tres se observa un descenso paulatino en las puntuaciones, alcanzando valores de 3.6 al final del periodo (día 28). Estos resultados reflejan que la textura del chorizo tiende a perder su calidad inicial con el tiempo, lo que puede estar relacionado con procesos de deshidratación, oxidación de grasas o modificaciones estructurales durante el almacenamiento.

Tabla 35*Evaluación sensorial de la textura del chorizo durante el almacenamiento (0–28 días)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	5	4	3	4	5	4.2
10	4	3	4	3	4	3.6
14	4	4	4	3	4	3.8
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	3	4	3	4	3.6

Vida Útil. La evaluación sensorial del chorizo durante 28 días de almacenamiento evidenció una disminución progresiva en los atributos de color,

aroma y textura, pasando de un valor inicial de $U = 4.87$ en el día cero, que refleja óptimas características de frescura, a un valor de $U = 3.67$ al día 28, aún por encima del umbral de aceptación ($U = 3$). Al aplicar el factor de seguridad correspondiente al envasado al vacío (0.8), la vida útil sensorial del producto se estimó en 22.4 días, mientras que en condiciones sin vacío se reduciría entre 16.8 y 19.6 días. Estos resultados confirman que el envasado al vacío contribuye significativamente a prolongar la estabilidad sensorial del chorizo, disminuyendo las pérdidas de calidad asociadas a la oxidación, cambios de color y pérdida de firmeza, lo que permite garantizar un producto aceptable para el consumidor por más de tres semanas en refrigeración.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ dia } 0 = \frac{5 + 5 + 4.6}{3} = 4.87$$

$$U \text{ dia } 28 = \frac{3.6 + 3.4 + 4}{3} = 3.67$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Carne Ahumada. La formulación de carne ahumada (450 g) incluyó agua, sal común y sal Praga como agentes conservadores, fosfato para mejorar textura, humo líquido como sustituto del ahumado tradicional, azúcar para equilibrar sabor y favorecer reacciones de color, y eritorbato como antioxidante. Esta combinación garantiza estabilidad, seguridad y un perfil sensorial característico del producto, como en la Tabla 36.

Tabla 36*Formulación de carne ahumada*

Ingrediente	Cantidad
Carne	450 g
Agua	0.50 L
Sal común	19.8 g (<i>rango 17.9 – 21.8 g</i>)
Sal praga	0.20 g
Fosfato Acord	1.49 g
Humo líquido	5.46 g
Azúcar	18.85 g (<i>rango 17.9–19.8 g</i>)
Eritorbato	0.20 g

Etiquetado Según la FDA Carne Ahumada. La carne ahumada aporta 150 calorías por porción de 100 g, con un perfil equilibrado de nutrientes: 20 g de proteína (39% VD), 6 g de grasa total (2 g saturada), 4 g de carbohidratos y bajo contenido de sodio (50 mg). Además, contiene 55 mg de colesterol, 18 mg de calcio y 360 mg de potasio, destacando como un alimento proteico, moderado en grasa y con bajo aporte de azúcares, se presenta en la Tabla 37.

Tabla 37

Información nutricional de la carne ahumada (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
calorías	150
Valor diario (%) *	
Grasa total 6g	
Grasas saturadas 2g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 55mg	

Sodio 50 mg
Carbohidratos Totales 4 g
Fibra dietética 0 g
Azúcar Total 0 g
Proteína 20 g 39 %
Vitamina D 0 mcg 0 %
Calcio 18 mg 2 %
Vitamina A 2 mcg 0 %
Potasio 360 mg

La Figura 50 muestra la carne ahumada empacada al vacío en bandejas plásticas, lista para su almacenamiento y distribución, garantizando mayor vida útil, inocuidad y preservación de sus características sensoriales.

Figura 50

Carne ahumada empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución



Pruebas Sensoriales

Color. La evaluación sensorial del color de la carne ahumada mostró un puntaje inicial de cinco (día cero), con una disminución progresiva durante el almacenamiento, alcanzando 2.6 en el día 28. Esto refleja una pérdida gradual de la intensidad y atractivo visual del color conforme avanza el tiempo de conservación como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38

Evaluación sensorial del color de la carne ahumada durante el almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	4	5	4	4	4	4.2
10	4	4	4	4	4	4
14	4	3	3	3	3	3.2
20	3	3	3	3	3	3
28	3	2	3	2	3	2.6

Aroma. El aroma de la carne ahumada inició con una calificación máxima de cinco en el día cero, mostrando una disminución progresiva a lo largo del almacenamiento, hasta alcanzar un promedio de 3.2 en el día 28. Esto evidencia una pérdida gradual de la intensidad aromática, asociada al tiempo de conservación, como se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39

Evaluación sensorial del aroma de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	4	5	5	4.6
7	4	3	4	4	4	3.8
10	4	4	4	4	4	4
14	3	4	4	3	3	3.4
20	4	3	4	3	3	3.4
28	4	3	3	3	3	3.2

Sabor. El sabor de la carne ahumada obtuvo una calificación inicial de cinco en el día cero, manteniendo valores aceptables durante las primeras dos semanas. Sin embargo, conforme avanzó el almacenamiento, se observó una disminución gradual, alcanzando un promedio de 3.4 en el día 28, lo que refleja pérdida de intensidad y aceptación sensorial, como se muestra en la Tabla 40.

Tabla 40

Evaluación sensorial del sabor de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Sabor promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	4	4.8
7	4	3	4	5	4	4
10	3	4	4	4	3	3.6
14	4	3	4	3	4	3.6
20	4	3	3	4	4	3.6
28	4	3	4	3	3	3.4

Textura. La textura de la carne ahumada inició con una valoración de cinco en el día cero, pero mostró un descenso progresivo durante el almacenamiento, llegando a un promedio de 3.6 en el día 28. Esto indica una pérdida de firmeza y calidad sensorial con el paso del tiempo, como se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41

Evaluación sensorial de la textura de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	4	5	4	4.4
7	5	4	4	4	3	4
10	4	3	4	3	4	3.6
14	4	3	3	3	4	3.4
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	3	4	3	4	3.6

Vida Útil. La evaluación sensorial de la carne ahumada mostró una tendencia decreciente en los atributos de color, aroma, sabor y textura conforme avanzó el almacenamiento. En el día cero los jueces otorgaron la máxima calificación ($U=5$), mientras que al día 28 el valor promedio se redujo a $U=3.13$, manteniéndose por encima del umbral de aceptación ($U=3$). Esto indica que el producto conserva características sensoriales aceptables hasta el final del periodo evaluado.

Al aplicar un factor de seguridad del 20% para productos empacados al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, lo cual asegura que el consumidor reciba un alimento con buena calidad sensorial y margen de inocuidad. Para productos sin empaque al vacío, la vida útil se reduciría entre un 30% y 40%, situándose alrededor de 17 a 19 días. Estos resultados coinciden con lo reportado en la literatura para cárnicos procesados con humo líquido, donde el empaque al vacío prolonga significativamente la estabilidad sensorial y microbiológica.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

$$U \text{ día } 28 = \frac{2.6 + 3.2 + 3.6}{3} = 3.13$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío $\rightarrow 0.8$ (reducción del 20 %)

Producto sin vacío $\rightarrow 0.6-0.7$

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Carne Adobada. La formulación de carne adobada incluyó sal común y sal Praga como agentes de curado y conservación, acompañados de preservantes y antioxidantes (eritorbato) para asegurar estabilidad. Se incorporaron fosfatos (Acord) para mejorar la textura, además de condimentos como pimienta, sal de ajo, sal de cebolla y recado, que aportaron sabor característico. El glutamato reforzó la intensidad del gusto, logrando un producto con equilibrio entre inocuidad y atributos sensoriales, como se muestra en la Tabla 42.

Tabla 42
Formulación de carne adobada

Ingrediente	Cantidad
Carne	450 g
Sal común	5.95 g
Sal praga	0.50 g
Preserval	0.50 g
Eritorbato	0.40 g
Glutamato	0.79 g
Acord (fosfato)	0.79 g
Pimienta	0.79 g
Sal de ajo	0.79 g
Sal de cebolla	0.79 g
Recado	0.50 g

Etiquetado Nutricional Según el FDA. La carne adobada aporta 840 calorías por porción de 100 g, con un alto contenido de proteína (100 g, 199% VD) y grasa total (34 g, de las cuales 10 g son saturadas). También contiene 35 g de carbohidratos, 14 g de fibra dietética, 260 mg de colesterol y 240 mg de sodio. Destaca su aporte de calcio (510 mg, 64% VD) y potasio (2060 mg), lo que la convierte en un producto de gran densidad nutricional, aunque elevado en grasas y colesterol, como se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43

Información nutricional de la carne adobada (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	840
Valor diario (%) *	
Grasa total 34g	
Grasas saturadas 10g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 260mg	
Sodio 240 mg	
Carbohidratos Totales 35 g	
Fibra dietética 14 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 100 g	
199 %	
Vitamina D 0 mcg	
0 %	
Calcio 510 mg	
64 %	
Vitamina A 70 mcg	
9 %	
Potasio 2060 mg	

La Figura 51 muestra la carne adobada empacada al vacío, lista para almacenamiento y distribución. Este tipo de envasado prolonga la vida útil, preserva el sabor característico del adobo y asegura la inocuidad del producto durante su comercialización.

Figura 51

Carne adobada empacado al vacío para almacenamiento y distribución



Pruebas Sensoriales

Color. El color de la carne adobada se mantuvo en calificación máxima (cinco) durante la primera semana de almacenamiento, mostrando una disminución gradual a partir del día 10. Al finalizar el periodo (día 28), el promedio se redujo a 3.4, lo que refleja una pérdida progresiva de intensidad visual y atractivo del producto, como se muestra en la Tabla 44.

Tabla 44

Evaluación sensorial del color de la carne adobada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
7	5	4	5	4	4	4.4
10	4	4	4	4	3	3.8
14	4	3	4	3	4	3.6
20	4	4	3	4	3	3.6
28	3	4	3	3	4	3.4

Aroma. El aroma de la carne adobada inició con la calificación máxima (5) en el día cero, manteniendo buena aceptación durante la primera semana. A partir del día 10 se observó un descenso gradual, alcanzando un promedio de 3.6 en el día 28, lo que indica pérdida de intensidad aromática con el tiempo de almacenamiento como se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45

Evaluación sensorial del aroma de la carne adobada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	4	5	4.8
7	5	4	5	4	4	4.4
10	4	4	4	4	4	4
14	4	3	4	3	4	3.6
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	3	4	4	3	3.6

Textura. La textura de la carne adobada recibió la máxima calificación (cinco) al inicio, manteniéndose en valores altos durante la primera semana. Posteriormente, se observó una disminución progresiva, alcanzando un promedio de 3.6 al día 28, lo que refleja pérdida de intensidad y aceptación sensorial conforme avanzó el almacenamiento, como se muestra en la Tabla 46.

Tabla 46

Evaluación sensorial de la textura de la carne ahumada durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	4	4	5	4.4
7	4	4	4	4	4	4
10	4	3	4	4	4	3.8
14	3	4	3	4	4	3.6
20	3	3	4	3	4	3.4
28	4	3	4	3	4	3.6

Vida Útil. La carne ahumada presentó una buena aceptación sensorial al inicio del almacenamiento (U día 0 = 4.73), con calificaciones altas en color, aroma y textura. Hacia el día 28, el valor promedio descendió a U = 3.67, manteniéndose por encima del umbral de aceptación establecido (U=3), lo que indica que el producto conservó sus características sensoriales aceptables durante todo el periodo de evaluación.

Al aplicar un factor de seguridad del 20 % para productos empacados al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, garantizando que el consumidor reciba un alimento con adecuada calidad sensorial e inocuidad. En cambio, para productos sin empaque al vacío, la vida útil se reduciría a un rango de 17–19 días, lo que confirma la importancia del envasado al vacío para prolongar la estabilidad y aceptación del producto en condiciones de almacenamiento.

Umbral de aceptación es U=3

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ dia } 0 = \frac{4.8 + 4.8 + 4.6}{3} = 4.73$$

$$U \text{ dia } 28 = \frac{3.6 + 3.6 + 3.8}{3} = 3.67$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Carne en Chimichurri. La formulación de carne en chimichurri incluyó sal común y sal Praga como agentes de conservación, eritorbato como antioxidante y fosfato para mejorar la textura. Se adicionaron condimentos como pimienta blanca, sal de ajo, sal de cebolla y salsa, junto con azúcar para balancear el sabor. Esta combinación de ingredientes permitió obtener un producto con buena estabilidad, sabor característico y adecuada inocuidad como se muestra en la Tabla 47.

Tabla 47

Formulación de carne en chimichurri

Ingrediente	Cantidad
Carne	450 g
Sal común	5.00 g
Sal praga	0.37 g
Eritorbato	0.25 g
Glutamato	0.62 g
Fosfato Acord	0.50 g
Pimienta blanca molida	0.62 g
Sal de ajo	0.62 g
Sal de cebolla	0.62 g
Azúcar	2.48 g
Recado	169 g

Etiquetado Nutricional Según FDA. La carne en chimichurri aporta 590 calorías por porción de 100 g, con un contenido elevado de proteína (61 g, 121% VD) y grasa total (34 g, de las cuales 8 g son saturadas). Presenta además 7 g de carbohidratos, 2 g de fibra, 165 mg de colesterol y 155 mg de sodio. Destaca por su aporte de vitamina A (145 mcg, 18% VD), calcio (85 mg) y potasio (1300 mg), lo que la convierte en un producto de alto valor proteico, aunque con un aporte considerable de grasa, como se muestra en la Tabla 48.

Tabla 48

Información nutricional de la carne en chimichurri (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	590
Valor diario (%) *	
Grasa total 34g	
Grasas saturadas 8g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 165mg	
Sodio 155 mg	
Carbohidratos Totales 7g	
Fibra dietética 2 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 61 g 121 %	
Vitamina D 0 mcg 0 %	
Calcio 85 mg 11 %	
Vitamina A 145 mcg 18 %	
Potasio 1300 mg	

La Figura 52 muestra la carne en chimichurri empacada al vacío, lista para su almacenamiento y distribución. Este sistema de envasado permite conservar las

propiedades sensoriales del producto, mantener la frescura de la salsa en chimichurri y prolongar su vida útil bajo condiciones de inocuidad.

Figura 52

Carne en chimichurri empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución



Pruebas Sensoriales

Color. El color de la carne en chimichurri inició con una calificación promedio de 4.8 en el día cero, manteniéndose alto durante la primera semana. A partir del día 10 se observó un descenso progresivo, alcanzando un valor de 3.6 en el día 28, lo que refleja una pérdida gradual de la intensidad visual y del atractivo del producto durante el almacenamiento, como se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49

Evaluación sensorial del color de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	4	5	5	5	5	4.8
3	5	5	5	5	4	4.8
7	5	5	4	4	5	4.6
10	4	5	4	4	4	4.2
14	4	4	4	4	4	4
20	3	4	4	4	4	3.8
28	4	3	3	4	4	3.6

Aroma. El aroma de la carne en chimichurri presentó estabilidad sensorial hasta los primeros siete días, después de los cuales comenzó un descenso progresivo. A partir del día 14, el puntaje de aceptación se redujo, pero aún dentro de un nivel de consumo aceptable. Finalmente, entre los días 20 y 28, el producto alcanzó un umbral cercano al límite sensorial (≈ 3.4), que marca el inicio de rechazo por los jueces. Esto sugiere que la vida útil sensorial del producto estaría alrededor de los 14–20 días, dependiendo del criterio de aceptación mínima establecido (≥ 3.5 o ≥ 4.0 en la escala hedónica), como se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50

Evaluación sensorial del aroma de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
7	5	4	4	5	4	4.4
10	4	4	4	3	4	3.8
14	4	4	4	4	4	4
20	4	3	3	4	3	3.4
28	3	3	4	4	3	3.4

Textura. La textura de la carne en chimichurri inició con la máxima calificación (cinco) en el día cero, manteniéndose aceptable hasta la primera semana. A partir del día 10 se observó un descenso progresivo, llegando a un promedio de 3.4 en el día 28, lo que indica una disminución de la intensidad aromática con el tiempo de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 51.

Tabla 51

Evaluación sensorial de la textura de la carne en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	4	5	4.8
10	4	4	4	4	4	4
14	4	4	4	4	4	4
20	4	3	4	4	4	3.8
28	4	3	4	3	4	3.6

Vida Útil. La carne en chimichurri presentó una aceptación inicial elevada (U día 0 = 4.73), con calificaciones máximas en los atributos de color, aroma y textura. Hacia el día 28, el valor promedio descendió a U = 3.67, aún por encima del umbral de aceptación sensorial (U=3), lo que indica que el producto se mantuvo aceptable durante todo el periodo de almacenamiento evaluado.

Al aplicar un factor de seguridad del 20% para productos empacados al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, lo que asegura que el consumidor reciba un alimento con adecuada calidad e inocuidad. En contraste, los productos sin envasado al vacío presentan una vida útil reducida a 17–19 días, evidenciando la importancia del empaque al vacío para conservar las características sensoriales y prolongar la estabilidad del producto.

Umbral de aceptación es U=3

$$U = \frac{\text{Color} + \text{Aroma} + \text{Textura}}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{4.8 + 4.8 + 4.6}{3} = 4.73$$

$$U_{dia\ 28} = \frac{3.6 + 3.6 + 3.8}{3} = 3.67$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28\ \text{días (sensorial)} * 0.8 = 22.4\ \text{días}$$

Pollo Adobado. La formulación de pollo adobado incluyó una combinación de sal común y sal Praga como agentes de curado y conservación, junto con eritorbato y preserval para mantener la estabilidad y frescura. El fosfato (Acord) se empleó para mejorar la textura, mientras que condimentos como sazón completa, pimienta, sal de ajo, sal de cebolla y recado aportaron el perfil sensorial característico. Se añadieron además vinagre y azúcar para equilibrar el sabor y contribuir a la conservación del producto, como se muestra en la Tabla 52.

Tabla 52
Formulación de pollo adobado

Ingrediente	Cantidad
Pollo	450 g
Sazón completa	0.80 g
Sal común	6.00 g
Sal praga	0.50 g
Eritorbato	0.40 g
Preserval	0.40 g
Glutamato	0.80 g
Acord (fosfato)	0.80 g
Pimienta blanca molida	0.80 g
Sal de ajo	0.80 g
Sal de cebolla	0.80 g
Vinagre	0.15 g ($\approx 0.15\ \text{mL}$)
Recado	0.50 g
Azúcar	1.00 g

Etiquetado Nutricional Según El FDA. El pollo adobado aporta 960 calorías por porción de 100 g, con un alto contenido de proteína (97 g, 194% VD) y grasa total (49 g, de las cuales 13 g son saturadas). Contiene además 34 g de carbohidratos, 13 g de fibra dietética, 285 mg de sodio y 280 mg de colesterol. Destaca por su aporte de calcio (480 mg, 60% VD) y potasio (1285 mg), así como vitamina A (165 mcg, 20%), lo que lo convierte en un alimento de gran densidad nutricional, aunque elevado en grasa y colesterol, como se muestra en la Tabla 53.

Tabla 53

Información nutricional del pollo adobado (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	960
Valor diario (%) *	
Grasa total 49g	
Grasas saturadas 13g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 280mg	
Sodio 285 mg	
Carbohidratos Totales 34 g	
Fibra dietética 13 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 97g	194 %
Vitamina D 0 mcg	0 %
Calcio 480 mg	60 %
Vitamina A 165 mcg	20 %
Potasio 1285 mg	

La Figura 53 muestra el pollo adobado empacado al vacío, listo para su almacenamiento y distribución. Este tipo de envasado garantiza mayor vida útil, preserva el sabor característico del adobo y asegura la inocuidad del producto durante su comercialización.

Figura 53*Pollo adobado recién elaborado****Pruebas Sensoriales***

Color. El color del pollo adobado inició con la máxima calificación (cinco) en el día cero y se mantuvo alto durante la primera semana (4.6). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, alcanzando un promedio de 3.4 al día 28, lo que refleja una pérdida gradual del atractivo visual con el tiempo de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 54.

Tabla 54

Evaluación sensorial del color del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	4	4.8
7	5	5	4	4	5	4.6
10	4	4	5	4	4	4.2

14	4	4	4	4	4	4
20	4	4	4	4	4	4
28	3	4	3	3	4	3.4

Aroma. El aroma del pollo adobado comenzó con la máxima calificación (cinco) en el día cero, manteniéndose aceptable durante la primera semana (4.0). Posteriormente, se observó una ligera variación con descensos en los días 10 y 14, pero se estabilizó en un promedio de 4.0 al día 28, lo que indica que el producto conservó un aroma aceptable a lo largo del almacenamiento, como se muestra en la Tabla 55.

Tabla 55

Evaluación sensorial del aroma del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4
10	4	3	4	3	4	3.6
14	4	3	4	4	4	3.8
20	4	4	4	4	4	4
28	4	4	4	4	4	4

Textura. La textura del pollo adobado inició con la calificación máxima (cinco) en el día cero, manteniéndose aceptable durante la primera semana (4.0–4.4). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, con promedios entre 3.6 y 3.8 hacia el día 28, lo que refleja una pérdida gradual en la intensidad y aceptación sensorial con el tiempo de almacenamiento, como se muestra en la Tabla 56.

Tabla 56

Evaluación sensorial de la textura del pollo adobado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	4	5	4	4.4
7	4	4	4	4	4	4
10	3	4	4	4	4	3.8
14	3	4	4	4	4	3.8
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	3	4	3	4	3.6

Vida Útil. El pollo adobado obtuvo una calificación máxima inicial (U día 0 = 5), manteniendo una buena aceptación en los atributos de color, aroma y sabor. Al día 28, el valor promedio descendió a U = 3.67, que se mantiene por encima del umbral de aceptación sensorial (U=3), lo que indica que el producto conserva características sensoriales aceptables hasta el final del almacenamiento.

Al aplicar un factor de seguridad del 20% para productos empacados al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, garantizando al consumidor un producto con adecuada calidad e inocuidad. Para productos sin empaque al vacío, la vida útil se reduce a 17–19 días, lo que resalta la importancia del envasado al vacío para preservar la estabilidad y prolongar la aceptabilidad sensorial del pollo adobado.

Umbral de aceptación es U=3

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

$$U \text{ día } 28 = \frac{3.4 + 4 + 3.6}{3} = 3.67$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Pollo en Chimichurri. La formulación pollo en chimichurri incluyó una mezcla de sal común y sal Praga como agentes de curado y conservación, junto con eritorbato y preserval para mantener la estabilidad. Se añadió fosfato (Acord) para mejorar la textura y condimentos como sazón completa, glutamato, pimienta blanca, sal de ajo, sal de cebolla y azúcar para potenciar el perfil sensorial. Finalmente, la salsa de chimichurri aportó el sabor característico, logrando un producto balanceado en inocuidad y atributos organolépticos, como se muestra en la Tabla 57.

Tabla 57

Formulación del pollo en chimichurri

Ingrediente	Cantidad
Pollo	450 g
Sazón completa	0.79 g
Sal común	5.95 g
Sal praga	0.50 g
Eritorbato	0.40 g
Glutamato	0.79 g
Acord (fosfato)	0.79 g
Preserval	0.60 g
Pimienta blanca molida	0.79 g
Sal de ajo	0.79 g
Sal de cebolla	0.79 g
Azúcar	0.99 g
Recado de chimichurri	225 g

Etiquetado Nutricional Según el FDA. El pollo en chimichurri aporta 670 calorías por porción de 100 g, con un contenido alto de proteína (59 g, 118% VD) y grasa total (44 g, de las cuales 10 g son saturadas). Presenta además 7 g de carbohidratos, 2 g de fibra dietética, 180 mg de colesterol y 185 mg de sodio. Resalta su aporte de vitamina A (210 mcg, 26% VD), calcio (70 mg) y potasio (830 mg), lo que la convierte en un alimento de alto valor proteico y energético, aunque con un contenido elevado de grasa, como se muestra en la Tabla 58.

Tabla 58

Información nutricional del pollo en chimichurri (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	670
Valor diario (%) *	
Grasa total 44g	
Grasas saturadas 10g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 180mg	
Sodio 185 mg	
Carbohidratos Totales 7 g	
Fibra dietética 2 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 59 g	
118 %	
Vitamina D 0 mcg	
0 %	
Calcio 70 mg	
9 %	
Vitamina A 210 mcg	
26 %	
Potasio 830 mg	

La Figura 54 muestra el pollo en chimichurri empacado al vacío, una de las presentaciones desarrolladas en la planta agroindustrial de cárnicos. Este tipo de empaque permite preservar la frescura, el aroma y las propiedades sensoriales del producto, evitando la oxidación y el crecimiento microbiano al retirar el aire del interior del envase. Además, el envasado al vacío facilita el almacenamiento en refrigeración y la distribución, garantizando que el producto llegue al consumidor en condiciones óptimas de calidad e inocuidad.

Figura 54

Pollo en chimichurri empacado al vacío listo para almacenamiento y distribución



Pruebas sensoriales

Color. El color del pollo en chimichurri inició con la máxima calificación (cinco) en el día cero y se mantuvo en valores altos durante la primera semana (4.6). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, alcanzando un promedio de 4.0 al día 28, lo que indica una pérdida moderada en la intensidad visual, aunque dentro de un rango aceptable de calidad sensorial, como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 59

Evaluación sensorial del color del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	5	5	4	4.6
7	5	4	5	4	5	4.6
10	3	4	5	4	3	3.8
14	4	3	4	4	4	3.8
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	4	4	4	4	4

Aroma. El aroma del pollo en chimichurri inició con la calificación máxima (cinco) en el día cero y se mantuvo alto durante la primera semana (4.4–4.6). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, con un promedio de 3.6–3.8 hacia el día 28, lo que indica una reducción en la intensidad aromática, aunque dentro de un rango aceptable de calidad sensorial, como se muestra en la Tabla 60.

Tabla 60

Evaluación sensorial del aroma del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	4	4	5	5	4	4.4
10	4	3	4	4	3	3.6
14	4	4	4	4	4	4
20	4	3	4	3	4	3.6
28	4	3	4	4	4	3.8

Textura. La textura del pollo en chimichurri inició con la máxima calificación (cinco) en el día cero, manteniéndose aceptable durante la primera semana (4.4). Posteriormente, se observó una disminución gradual, alcanzando valores de 3.6–3.8 hacia el día 28, lo que refleja una ligera pérdida de firmeza y jugosidad, aunque dentro de un rango sensorial aceptable, como se muestra en la Tabla 61.

Tabla 61

Evaluación sensorial de la textura del pollo en chimichurri durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	4	5	4	4.4
7	4	5	4	5	4	4.4
10	3	3	4	4	4	3.6
14	4	3	4	3	4	3.6
20	4	3	4	4	4	3.8
28	4	3	4	4	4	3.8

Vida Útil. El pollo en chimichurri obtuvo una calificación máxima inicial ($U \text{ día } 0 = 5$), manteniendo una buena aceptación en los atributos sensoriales. Al día 28, el valor promedio descendió a $U = 3.87$, todavía por encima del umbral de aceptación ($U=3$), lo que indica que el producto conservó una calidad sensorial adecuada durante todo el periodo de almacenamiento evaluado.

Con la aplicación de un factor de seguridad del 20% para productos empacados al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, garantizando la entrega de un alimento con buena calidad e inocuidad. En contraste, los productos sin envasado al vacío reducen su vida útil a 17–19 días, lo que confirma que el envasado al vacío es una estrategia clave para prolongar la estabilidad y aceptación del pollo en chimichurri.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{\text{Color} + \text{Aroma} + \text{Textura}}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

$$U \text{ día } 28 = \frac{4 + 3.8 + 3.8}{3} = 3.87$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío $\rightarrow 0.8$ (reducción del 20 %)

Producto sin vacío $\rightarrow 0.6\text{--}0.7$

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Pollo Ahumado. La formulación del pollo ahumado incluyó sal común y sal Praga como agentes de curado, humo líquido para aportar aroma característico, y eritorbato como antioxidante para la estabilidad del color. Se utilizó fosfato Acord para mejorar la textura y condimento California junto con azúcar para equilibrar el sabor. Finalmente, se incorporó agua como medio de disolución, obteniendo un producto con buena inocuidad y atributos sensoriales distintivos, como se muestra en la Tabla 62.

Tabla 62
Formulación del pollo ahumado

Ingrediente	Cantidad
Pollo	450 g
Sal común	17.36 g
Sal praga	0.25 g
Humo líquido	2.48 g
Eritorbato	0.25 g
Fosfato Acord	0.87 g
Condimento California	2.48 g
Azúcar	17.36 g
Agua	0.62 L (≈620 g)

Etiquetado Nutricional Según el FDA. El pollo ahumado aporta 170 calorías por porción de 100 g, con 19 g de proteína (38% VD) y un contenido moderado de grasa total (8 g, de los cuales 2 g son saturadas). Contiene además 4g de carbohidratos, 60 mg de colesterol y 60 mg de sodio. Su aporte de micronutrientes incluye potasio (200 mg), calcio (12 mg) y vitamina A (24 mcg), lo que lo convierte en un producto con buen contenido proteico y bajo aporte calórico en comparación con otras carnes procesadas, como se muestra en la Tabla 63.

Tabla 63
Información nutricional del pollo ahumado (porción de 100 g) según formato FDA

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	170
Valor diario (%) *	
Grasa total 8g	
Grasas saturadas 2g	
Grasas trans 0g	

Colesterol 60mg
Sodio 60 mg
Carbohidratos Totales 4 g
Fibra dietética 0 g
Azúcar Total 0 g
Proteína 19 g 38 %
Vitamina D 0 mcg 0 %
Calcio 12 mg 1 %
Vitamina A 24 mcg 3 %
Potasio 200 mg

La Figura 55 muestra el pollo ahumado empacado al vacío en bandejas individuales, listo para su almacenamiento y distribución. Este tipo de envasado favorece la inocuidad, mantiene la frescura y prolonga la vida útil del producto, asegurando su calidad hasta el consumo.

Figura 55

Pollo ahumado empacadas al vacío listas para almacenamiento y distribución



Pruebas Sensoriales

Color. El color del pollo ahumado inició con la máxima calificación (cinco) en el día cero y se mantuvo aceptable hasta la primera semana (4.4). Posteriormente, se observó un descenso gradual durante el almacenamiento, alcanzando un promedio de 3.2 en el día 28, lo que refleja una pérdida progresiva de intensidad y atractivo visual, como se muestra en la Tabla 64.

Tabla 64

Evaluación sensorial del color del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Color promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
7	5	4	5	4	4	4.4
10	4	5	4	3	4	4
14	4	3	4	3	4	3.6
20	4	3	3	3	4	3.4
28	3	3	3	3	4	3.2

Aroma. El aroma del pollo ahumado inició con la calificación máxima (cinco) en el día cero, manteniéndose alto hasta la primera semana (4.4–4.6). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, alcanzando valores de 3.4–3.6 en el día 28, lo que refleja una pérdida gradual de la intensidad aromática durante el almacenamiento, aunque dentro de un rango sensorial aceptable, como se muestra en la Tabla 65.

Tabla 65

Evaluación sensorial del aroma del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Aroma promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	4	5	4	5	4	4.4
10	4	3	4	3	4	3.6
14	4	3	5	4	3	3.8
20	3	4	3	4	3	3.4
28	4	3	4	3	4	3.6

Textura. La textura del pollo ahumado comenzó con la calificación máxima (cinco) en el día cero y se mantuvo aceptable durante la primera semana (4.6). Sin embargo, a partir del día 10 se observó un descenso progresivo, alcanzando un promedio de 3.0 en el día 28, lo que refleja pérdida de firmeza y jugosidad conforme avanzó el almacenamiento, como se muestra en la Tabla 66.

Tabla 66

Evaluación sensorial de la textura del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	J1	J2	J3	J4	J5	Textura promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	4	5	4.6
7	5	4	5	4	5	4.6
10	4	4	4	3	4	3.8
14	4	3	4	3	3	3.4
20	4	4	4	4	3	3.8
28	4	3	2	3	3	3

Sabor. El sabor del pollo ahumado inició con la calificación máxima (cinco) en el día cero, manteniéndose en niveles altos durante la primera semana (4.4–4.8). A partir del día 10 se observó una disminución progresiva, alcanzando valores de 3.2–3.4 en el día 28, lo que evidencia una pérdida gradual de intensidad y aceptación sensorial con el almacenamiento, como se muestra en la Tabla 67.

Tabla 67

Evaluación sensorial del sabor del pollo ahumado durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Sabor promedio
0	5	5	5	5	5	5
3	4	5	5	5	5	4.8
7	4	5	4	4	5	4.4
10	4	3	4	3	4	3.6
14	3	3	4	4	3	3.4
20	4	3	3	3	3	3.2
28	4	3	4	3	3	3.4

Vida Útil. El pollo ahumado obtuvo inicialmente una calificación máxima (U día 0 = 5) en los atributos de color, aroma, textura y sabor. Hacia el día 28, el valor promedio descendió a $U = 3.27$, manteniéndose por encima del umbral de aceptación sensorial ($U=3$), lo que demuestra que el producto conserva características aceptables hasta el final del periodo evaluado.

Al aplicar un factor de seguridad del 20% para el producto empacado al vacío, la vida útil se estimó en 22.4 días, lo que asegura que el consumidor reciba un alimento con buena calidad sensorial e inocuidad. En el caso de productos sin envasado al vacío, la vida útil se reduce a un rango de 17–19 días, evidenciando la importancia del empaque al vacío en la preservación de la calidad y prolongación de la estabilidad del pollo ahumado.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ día } 0 = \frac{5 + 5 + 5}{3} = 5$$

$$U \text{ día } 28 = \frac{3.2 + 3.6 + 3}{3} = 3.27$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

Conclusiones

Se completó el cálculo para los productos priorizados usando recetas base y las Tablas de Composición de Alimentos (INCAP/MAGA); los paneles se presentaron en formato FDA (por 100 g), con ejemplos ya documentados para longaniza, chorizo y carne ahumada. Esto asegura el cumplimiento normativo y coherencia para el etiquetado.

Se ejecutó el esquema metodológico (lotes experimentales y evaluaciones fisicoquímicas el cual se encuentra en el apartado de anexos y sensoriales en días

0, 3, 7, 10, 14 y seguimiento hasta D-28), lo que permitió estimar vida útil sensorial con umbral de aceptación $U = 3$. En embutidos como longaniza y chorizo se obtuvieron valores aceptables hasta D-28 y, aplicando el factor de seguridad, una vida útil estimada de ~22.4 días bajo vacío y ~16.8–19.6 días sin vacío; el color y el aroma resultaron los atributos más sensibles a degradación.

Con base en las estimaciones de vida útil y en el factor de seguridad por tipo de empaque (0.8 para vacío; 0.6–0.7 sin vacío), se definieron fechas de vencimiento operativas y se integraron a las etiquetas junto con las condiciones de almacenamiento (refrigeración y manejo), fortaleciendo la trazabilidad y la comunicación al consumidor. El envasado al vacío se confirmó como intervención clave para prolongar la estabilidad sensorial (~20 % de reducción aplicada como margen de seguridad) y mejorar la conservación comercial de los productos cárnicos elaborados en planta.

Recomendaciones

Fortalecer el control de almacenamiento y envasado, implementando una forma rutinaria el empaque al vacío en todos los productos cárnicos, ya que demostró prolongar la vida útil y mantener la calidad sensorial. Complementar con monitoreo constante de temperatura en cámaras de refrigeración para garantizar la inocuidad.

Se recomienda mantener las etiquetas con información nutricional conforme a la normativa vigente (Codex, FDA y COGUANOR), incluyendo siempre porciones de referencia, fecha de vencimiento y condiciones de conservación. Esto favorece la trazabilidad y el cumplimiento legal.

Se recomienda crear un programa de monitoreo periódico microbiológico, fisicoquímico y sensorial que permita validar continuamente las fechas de vencimiento asignadas. Esto asegura confianza en los consumidores y mejora la capacidad de respuesta ante auditorías o cambios en formulaciones.

Servicio 4: Creación y formulación de dos nuevos productos innovadores en la Escuela Central de Agricultura -ENCA-

Antecedentes. La creación y formulación de nuevos productos innovadores es un proceso clave en la industria agroalimentaria, que busca desarrollar alimentos o derivados con valor agregado, adaptados a las tendencias del mercado, las necesidades del consumidor y las exigencias normativas de calidad e inocuidad. Este proceso implica la identificación de materias primas disponibles, el diseño de formulaciones equilibradas y funcionales, así como la aplicación de tecnologías apropiadas para su elaboración. Además, incorpora evaluaciones sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas que aseguren la viabilidad del producto final.

La innovación en este ámbito no solo estimula la competitividad de los sectores productivos, sino que también fortalece el conocimiento técnico de los estudiantes y profesionales involucrados. Según Pérez (2019) la formulación de productos innovadores requiere una integración de creatividad, conocimientos científicos y análisis del entorno económico y social, lo que permite generar soluciones sostenibles y comercialmente viables.

Objetivo General. Desarrollar y formular dos productos innovadores a partir de materias primas agropecuarias disponibles en la ENCA, aplicando principios de tecnología de alimentos, y buenas prácticas de manufactura.

Objetivos Específicos

Identificar materias primas agropecuarias disponibles en la ENCA con potencial para la creación de nuevos productos innovadores.

Aplicar criterios técnicos y sensoriales para la evaluación de los productos desarrollados, incluyendo pruebas de aceptabilidad.

Documentar el proceso de formulación y desarrollo, incluyendo fichas técnicas, costos de producción y requisitos de empaque.

Metas

1. Diseñar y desarrollar al menos dos productos innovadores durante el ciclo de ejecución del proyecto.

2. Elaborar fichas técnicas completas de cada producto desarrollado, incluyendo ingredientes, proceso de elaboración, valor nutricional, vida útil estimada y costos de producción.
3. Realizar pruebas de calidad e inocuidad (fisicoquímicas y sensoriales) en todos los productos formulados.
4. Presentar los productos desarrollados en una muestra técnica interna de innovación agroindustrial dentro de la ENCA.

Metodología

Diagnóstico de Materias Primas Disponibles

- Inventario de productos agrícolas y pecuarios generados en la ENCA.
- Análisis de disponibilidad y posibilidades de transformación.

Selección de Productos

- Lluvia de ideas, investigación de tendencias de mercado y selección de propuestas viables.
- Evaluación técnica.

Formulación y Elaboración de Prototipos

- Desarrollo de formulaciones experimentales.
- Aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
- Pruebas fisicoquímicas, microbiológicas si aplica y pruebas sensoriales.

Evaluación y Ajuste

- Aplicación de pruebas de aceptabilidad sensorial.
- Ajuste de formulación según resultados.
- Estimación de vida útil y costos.

Documentación y Presentación

- Elaboración de guía de proceso.
- Presentación de resultados.

Recursos

Recursos Humanos

- Equipo técnico de I+D: encargados de diagnóstico de materias primas, formulación de prototipos, pruebas sensoriales y ajustes.

- Personal de planta agroindustrial: apoyo en elaboración de lotes de prueba y procesos de producción.
- Panel de evaluación: jueces capacitados para pruebas sensoriales y técnicas (color, sabor, textura, aceptación).
- Asesor académico: supervisión de cumplimiento con normativas y validación de resultados.

Infraestructura y Equipos

- Planta de cárnicos de la ENCA equipada para procesamiento y envasado.
- Áreas de producción y almacenamiento con control de higiene y temperatura.
- Equipos de formulación: molinos, mezcladoras, embutidoras y envasadoras al vacío.
- Instrumentos de laboratorio para análisis fisicoquímico (pH, humedad, aw) y microbiológico (placas, medios de cultivo).
- Cámaras de refrigeración para conservación de prototipos.

Materiales y Materias Primas

- Materias primas agropecuarias disponibles en ENCA (cárnicos, especias, condimentos).
- Aditivos funcionales y conservantes autorizados para formulación.
- Envases plásticos y bolsas al vacío para pruebas de conservación.

Herramientas de Gestión y Documentación

- Fichas técnicas de materias primas y productos formulados.
- Formatos de evaluación sensorial (color, olor, textura, sabor, aceptación).
- Registros de costos de producción para análisis económico.
- Documentación de formulaciones y protocolos para asegurar trazabilidad.

Protocolos y Normativas

- Normas de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y seguridad alimentaria.

- Regulaciones de etiquetado y vida útil (Codex Alimentarius, RTCA, MAGA/DIGESA).
- Procedimientos de pruebas sensoriales estandarizadas.

Resultados

Salchicha Tipo Viena

Formulación de salchichas tipo viena/frankfurter) para 5 lb de carne.

La formulación de salchichas tipo Viena/Frankfurter se realizó con un lote base de 5 libras de carne (2,268 g), complementado con ingredientes funcionales y especias que aportan sabor, textura y estabilidad al producto.

Los resultados muestran que la mezcla alcanzó un peso total de 3,222 g, donde la carne representa el 70.4% de la masa total, el hielo picado el 18.6%, y la harina de trigo el 7.1%, ingredientes que garantizan la jugosidad, rendimiento y capacidad de emulsión.

En cuanto a los aditivos, se aplicaron niveles técnicos de sal común (1.55%), Sal Praga (0.25%), y fosfatos (0.37%), asegurando tanto la conservación microbiológica como la mejora en la textura. Asimismo, se incorporaron antioxidantes como el eritorbato de sodio (0.12%), que contribuye a la estabilidad del color, y potenciadores de sabor como el glutamato monosódico (0.12%) y el consomé de pollo.

El balance de especias (ajo, cebolla en polvo, pimienta blanca y nuez moscada) aportó un perfil sensorial característico de este tipo de embutido, mientras que la proporción de hielo permitió mantener una temperatura adecuada durante el proceso, evitando desnaturalización proteica y favoreciendo la formación de una emulsión estable.

En conjunto, la formulación garantiza un producto con características propias de las salchichas tipo Viena/Frankfurter: textura firme, sabor balanceado y adecuada seguridad alimentaria, esta se presenta en la Tabla 68.

Tabla 68*Composición de la formulación de salchicha tipo Viena/Frankfurter*

carne	5 lbs
harina de trigo	230 gramos
hielo picado	600 gramos
sal	50 gramos
consomé de pollo	10 gramos
cebolla en polvo	24 gramos
Fosfato Accord	12 gramos
nuez moscada	4 gramos
Pimienta blanca	4 gramos
ajo en polvo	4 gramos
glutamato monosódico	4 gramos
Eritorbato de sodio	4 gramos
Sal Praga	8 gramos

Procedimiento

- **Molienda.** En la picadora (Cutter) se colocan las carnes de res y de cerdo, la tercera parte del hielo, la sal y la sal de cura y se pone a funcionar la picadora durante siete minutos aproximadamente. En esta etapa del proceso la temperatura no debe ser superior a 7° C.
- **Adición de la Grasa.** Con la picadora funcionando, se adiciona la grasa, que al picarse es encapsulada por las proteínas formando una emulsión. Por la fricción de las cuchillas la temperatura de la pasta aumenta a 10° C con lo que la partícula de grasa aumenta su volumen, lo que facilita el picado y mejora la estabilidad de la emulsión. El tiempo recomendable en esta etapa es de dos a tres minutos.
- **Adición del Hielo.** Sin detener la picadora, se adiciona otra tercera parte del hielo con lo que la grasa reduce su volumen y se evita que se separe de la proteína. A los 30 segundos se añade la harina de trigo que al incorporarse forma una pasta emulsificada. Tiempo recomendable: dos minutos.
- **Adición de Condimentos y Sales.** Sin detener la picadora, se adicionan las especias y condimentos y se continúa el mezclado durante un minuto. Finalmente se incorpora el último tercio del hielo y el fosfato. Si se desea que la salchicha tenga color, se adiciona lentamente la solución del colorante. Se

continúa la operación de picado durante dos minutos o hasta que se obtenga la textura deseada. Es importante evitar que el calor que produce la fricción de las cuchillas aumente la temperatura de la pasta porque las proteínas se coagulan, la grasa se separa y la emulsión se rompe.

- **Embutido.** Se detiene la operación de la picadora y la pasta se coloca en el fondo de una embutidora. Esta debe estar limpia y seca y estar provista de una boquilla de 1 cm para la salchicha tipo Viena y de 2 cm para la Frankfurter. Se procede a embutir la pasta; las salchichas tipo Viena se embuten en fundas de celofán, en cambio para la Frankfurter se emplea la tripa natural. El tipo Viena se fracciona cada 10–12 cm y la Frankfurter cada 15 cm.
- **Ahumado.** Si se desea, las salchichas se colocan en un ahumador a 75° C durante 60 minutos.
- **Cocción.** Para la cocción las salchichas se colocan en un recipiente con agua a 72° C, durante 20 minutos para la Viena y 30 minutos para la Frankfurter. Con la cocción se coagulan las proteínas, se gelifica el almidón, se desarrolla un poco de color y disminuye el volumen de la pasta.
- **Choque Térmico.** Después de la cocción, las salchichas tipo Viena se colocan en un recipiente con agua y hielo durante cinco minutos. Con este tratamiento se evita la deshidratación de la pasta y se facilita que la funda de celofán se separe.
- **Almacenamiento.** Finalmente se almacenan las salchichas en refrigeración a 2° C. La vida útil del producto es de siete días.

Etiquetado Nutricional. La salchicha tipo Viena/Frankfurter aporta 170 calorías por 100 g, destacando por su alto contenido proteico (19 g, 38% VD) y un nivel moderado de grasa (8 g, de los cuales 2.5 g son saturadas). No contiene grasas trans ni azúcares, y su aporte de carbohidratos es bajo (4 g/100 g).

Entre los micronutrientes resalta la Vitamina A (24% VD) y el Calcio (12% VD), mientras que el sodio (60 mg) se mantiene en niveles bajos frente a otros embutidos.

En síntesis, presenta un perfil nutricional balanceado, con alto valor proteico, bajo en carbohidratos y reducido en sodio, lo que lo convierte en un producto más saludable y competitivo, como se muestra en la Tabla 69.

Tabla 69

Composición nutricional estandarizada de la salchicha tipo Viena/Frankfurter

información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
calorías	170
Valor diario (%) *	
Grasa total 8g	
Grasas saturadas 2.5g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 60mg	
Sodio 60 mg	
Carbohidratos Totales 4 g	
Fibra Dietética 0 g	
azúcar Total 0 g	
proteína 19 g	38%
Vitamina D 0 mcg	0%
Calcio 2 mg	12%
Vitamina A 2 mcg	24%
Potasio 200 mg	

Pruebas sensoriales para la Salchicha Viena. La evaluación sensorial de la salchicha tipo Viena/Frankfurter durante 28 días de almacenamiento evidenció una disminución progresiva en los atributos de color, olor y textura respecto al día cero. Inicialmente, los promedios se ubicaron en rangos cercanos a 4.5–4.8, lo que refleja una alta aceptación. Sin embargo, a partir del día 14 se observó un descenso más marcado, llegando en el día 28 a valores entre 1.6 y 2.0, cercanos al umbral de rechazo definido en tres puntos.

Estos resultados indican que la vida útil sensorial del producto se encuentra entre 14 y 18 días, periodo en el cual las características organolépticas aún se

mantienen dentro de la aceptación del consumidor. Posterior a este tiempo, la pérdida de calidad sensorial limita su comercialización y consumo, como se muestra en la Tabla 70.

Tabla 70

Evaluación sensorial de color, olor y textura en salchicha tipo Viena/Frankfurter durante almacenamiento (0–28 días)

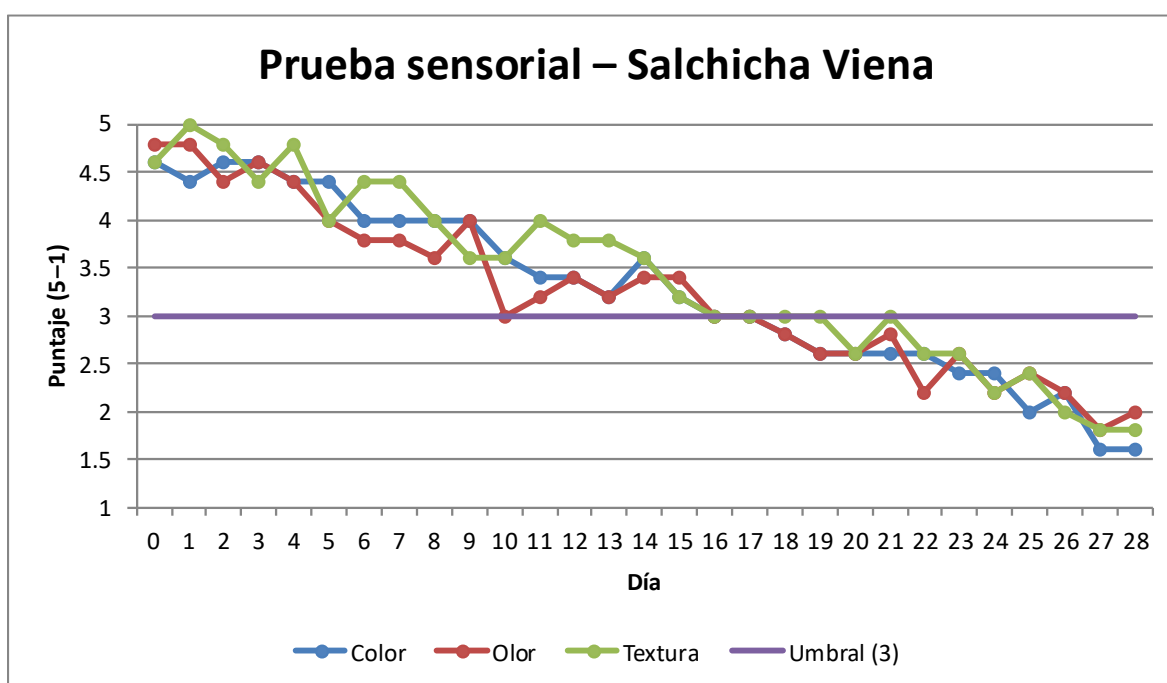
Día	Color Promedio	Olor Promedio	Textura Promedio
0	4.6	4.8	4.6
1	4.4	4.8	5
2	4.6	4.4	4.8
3	4.6	4.6	4.4
4	4.4	4.4	4.8
5	4.4	4	4
6	4	3.8	4.4
7	4	3.8	4.4
8	4	3.6	4
9	4	4	3.6
10	3.6	3	3.6
11	3.4	3.2	4
12	3.4	3.4	3.8
13	3.2	3.2	3.8
14	3.6	3.4	3.6
15	3.2	3.4	3.2
16	3	3	3
17	3	3	3
18	2.8	2.8	3
19	2.6	2.6	3
20	2.6	2.6	2.6
21	2.6	2.8	3
22	2.6	2.2	2.6
23	2.4	2.6	2.6
24	2.4	2.2	2.2
25	2	2.4	2.4
26	2.2	2.2	2
27	1.6	1.8	1.8
28	1.6	2	1.8

La evaluación sensorial de la salchicha tipo Viena mostró una tendencia decreciente en los atributos de color, olor y textura a lo largo de los 28 días de almacenamiento. En los primeros días, los puntajes se ubicaron entre 4.5 y cinco, reflejando una alta aceptación; sin embargo, a partir del día 10 comenzó un

descenso progresivo y más acentuado después del día 14, alcanzando valores por debajo del umbral de aceptación (tres puntos) hacia el día 20. Esto indica que la vida útil sensorial del producto se sitúa alrededor de los 14–18 días, periodo en el cual aún conserva sus características organolépticas aceptables para el consumidor, mientras que posteriormente la pérdida de calidad limita su comercialización, como se muestra en la Figura 56.

Figura 56

Evolución sensorial de la salchicha tipo Viena durante almacenamiento (color, olor y textura, 0–28 días)



Pruebas Sensoriales (cocido)

Sabor. La evaluación sensorial del sabor en salchicha tipo Viena cocida mostró un puntaje inicial cercano al máximo (5.0) en el día cero, lo que refleja una excelente aceptación por parte de los jueces. Conforme avanzaron los días de almacenamiento, se observó una disminución progresiva, pasando de valores superiores a 4.5 en la primera semana a niveles cercanos al umbral de aceptación (3 puntos) hacia el día 14. Posteriormente, la puntuación descendió de manera más marcada, ubicándose entre 2.0 y 2.5 a partir del día 21 y llegando a un promedio de

2.0 en el día 28, lo que indica rechazo sensorial. En conjunto, los resultados establecen que la vida útil sensorial del sabor se sitúa entre 14 y 18 días, periodo en el cual aún se mantiene dentro de la aceptación del consumidor, como se muestra en la Tabla 71.

Tabla 71

Evaluación sensorial de sabor en salchicha tipo Viena durante almacenamiento (0–28 días)

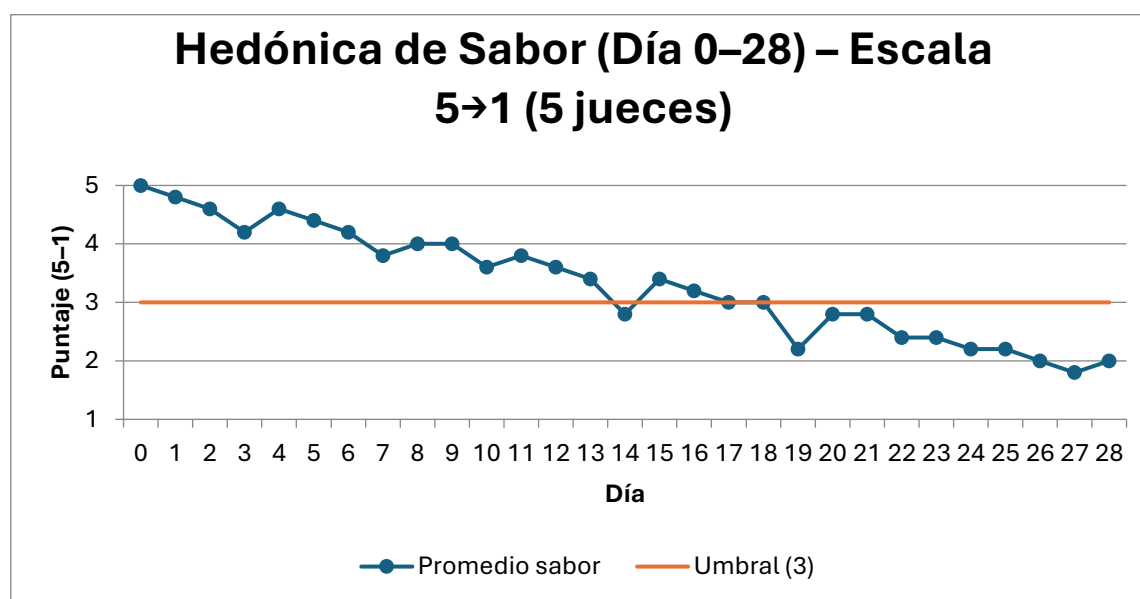
Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	Promedio día
0	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	4	4.8
2	5	5	4	4	5	4.6
3	5	4	4	4	4	4.2
4	4	5	5	4	5	4.6
5	4	4	5	4	5	4.4
6	5	4	4	4	4	4.2
7	4	3	4	4	4	3.8
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	4	3	3	3.6
11	3	4	4	4	4	3.8
12	4	4	4	3	3	3.6
13	3	3	4	3	4	3.4
14	3	3	2	3	3	2.8
15	3	3	4	3	4	3.4
16	3	3	3	4	3	3.2
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	2	2	2	3	2	2.2
20	3	3	3	2	3	2.8
21	2	3	3	3	3	2.8
22	2	2	3	3	2	2.4
23	2	3	2	3	2	2.4
24	2	3	2	2	2	2.2
25	2	3	2	2	2	2.2
26	2	2	2	2	2	2
27	2	2	2	2	1	1.8
28	2	2	2	2	2	2

El análisis hedónico del sabor en la salchicha tipo Viena mostró una tendencia descendente progresiva desde el inicio del almacenamiento. En el día

ceros, el puntaje promedio fue cercano a cinco, indicando una aceptación máxima, mientras que a partir del día 10 comenzaron a observarse descensos más marcados. El producto alcanzó el umbral de aceptación (tres puntos) alrededor del día 14–16, evidenciando una pérdida gradual de atributos sensoriales. Después del día 20, los valores permanecieron consistentemente por debajo de tres, llegando a promedios de 2.0 hacia el día 28, lo que indica rechazo sensorial. Estos resultados confirman que la vida útil sensorial del sabor se ubica entre 14 y 18 días, periodo en el cual aún mantiene aceptación por parte de los jueces antes de entrar en deterioro, como se muestra en la Figura 57.

Figura 57

Evolución hedónica del sabor en salchicha tipo Viena durante almacenamiento (0–28 días)



El umbral de aceptación definido para la prueba sensorial fue de $U = 3$, calculado como el promedio de color, aroma y textura. En el día cero, la calificación inicial alcanzó un valor de 4.56, reflejando una excelente aceptación del producto. Sin embargo, al día 28, los puntajes descendieron a un promedio de 1.8, por debajo del límite de aceptación.

Al considerar un factor de seguridad del 20% para productos envasados al vacío, la vida útil sensorial estimada se redujo de 28 días a 22.4 días. En contraste, para el producto sin envasado al vacío, la vida útil sería aún menor, entre 16.8 y

19.6 días (equivalente al 60–70% del tiempo total). Estos resultados confirman que el envasado al vacío prolonga significativamente la estabilidad sensorial, garantizando una mayor seguridad y aceptación del producto en el mercado.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ dia } 0 = \frac{4.6 + 4.8 + 4.6}{3} = 4.56$$

$$U \text{ dia } 28 = \frac{1.6 + 2 + 1.8}{3} = 1.8$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 22.4 \text{ días}$$

La Figura 58 presenta la salchicha tipo Viena, producto elaborado a base de carne molida de cerdo y res, con adición de grasa, condimentos y aditivos funcionales que aportan sabor, textura y estabilidad. Este embutido se caracteriza por su masa homogénea, color claro y fina molienda, atributos que lo diferencian de otros tipos de salchichas. Tras su embutido en tripa natural o artificial, el producto se somete a un proceso de cocción controlado, lo que garantiza su inocuidad y permite su posterior enfriamiento, empaque y almacenamiento para distribución y consumo.

Figura 58
Salchicha tipo Viena



Costos. La Tabla 72 muestra los costos de elaboración de la salchicha tipo Viena considerando un lote base de 5 lb de carne magra. El costo total de la materia prima asciende a Q175.00, siendo la carne (Q140.00) el insumo de mayor peso económico (80% del total). El resto de los ingredientes, como especias, aditivos y extensores, tienen una contribución relativamente baja dentro de la estructura de costos.

Este análisis evidencia que el costo unitario del producto está altamente determinado por la carne, lo cual implica que la rentabilidad puede mejorar mediante estrategias como compra al por mayor, aprovechamiento de cortes de menor costo o mezcla cárnica optimizada.

Tabla 72
Costos de elaboración de la salchicha Viena

Ingrediente	Cantidad	Costo estimado (Q)
Carne de res magra	5 lb	140.00
Harina de trigo	230 g	5.00
Hielo picado	600 g	2.00
Sal	50 g	1.00
Consomé de pollo	10 g	1.50
Cebolla en polvo	24 g	3.00
Fosfato Accord	12 g	8.00
Nuez moscada	4 g	2.50
Pimienta blanca	4 g	2.50
Ajo en polvo	4 g	Q2.00
Glutamato monosódico	4 g	Q2.00
Eritorbato de sodio	4 g	Q2.00
Sal Praga	8 g	Q2.50
Total, materia prima	—	Q175.00

Costo total de materia prima (5 lb de carne + insumos): Q. 175.00

Este lote rinde aproximadamente:

Peso carne cruda: 5 lb = 2.27 kg

Con ingredientes (harina, hielo, condimentos): $\approx$ 3.2 kg de producto final (~7 lb)

Costo por kg: $175 / 3.2 = Q. 54.70/\text{kg}$

Costo por libra (0.45 kg): $175 / 7 = Q. 25.00/\text{libra}$

Con un precio de Q20/libra el negocio no es rentable, ya que se obtiene una pérdida del 20% ($B/C = 0.8$). El punto de equilibrio se alcanza en Q25/libra, donde se cubren los costos, pero no hay ganancia. Para asegurar rentabilidad sostenible, el precio de venta debe estar al menos entre Q30–Q33/libra el cual equivale a 6 unidades, lo que genera utilidades del 20–30% y un índice B/C de 1.2–1.3.

Carne en Barbacoa. La formulación de la carne en barbacoa se compone principalmente de 10 libras de carne, a la cual se adicionan ingredientes funcionales y condimentos que aportan sabor, conservación y mejoran la textura del producto. Entre ellos destacan la salsa barbacoa, que aporta el perfil característico, y las especias como pimienta blanca, comino y orégano que intensifican el aroma. La inclusión de sal común y sal Praga asegura tanto la sazón como la preservación del color rosado típico de los cárnicos curados, mientras que el fosfato Accord favorece la retención de agua y jugosidad. El eritorbato de sodio actúa como antioxidante, reduciendo la oxidación y prolongando la vida útil, y el glutamato monosódico potencia el sabor umami. Finalmente, el aceite vegetal ayuda a mejorar la textura y la sensación en boca, logrando una formulación como se muestra en la Tabla 73.

Tabla 73

Composición de la formulación de la carne en barbacoa

Carne	10 lb
Salsa barbacoa	500 gr
Sal común	50 gr
Sal Praga	10 gr
Fosfato Accord	15 gr
Eritorbato de sodio	5 gr
Glutamato monosódico	5gr

Aceite vegetal	50 gr
Pimienta blanca	20gr
Comino	20 gr
Orégano	20g

Procedimiento

- **Recepción:** Se reciben los cortes de carne de res (como costilla, falda, pecho), verificando frescura, color, olor y temperatura $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Cortado:** La carne se proporciona según el tipo de presentación deseada: pieza entera, trozos o láminas. Se evita el corte si se busca cocción lenta en pieza completa.
- **Marinado:** Se mezcla la carne con sal, ajo, cebolla, especias, jugo cítrico o vinagre. Tiempo: 4–12 horas en refrigeración ($2\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$). Este paso es opcional y depende del perfil sensorial deseado.
- **Envoltura:** La carne se empaca al vacío para ser almacenada para su venta,
- **Almacenado Temporal:** Una vez preparada, la carne cruda se almacena en refrigeración a $2\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su uso. Debe mantenerse sellada o cubierta para evitar contaminación cruzada.
- **Distribución/Entrega:** La carne cruda marinada o preparada se distribuye para cocción posterior (barbacoa tradicional, horno, vaporera, etc.). Se transporta en condiciones de cadena de frío ($\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Etiquetado Nutricional. La carne en barbacoa aporta 180 calorías por cada 100 g, con un contenido de 9 g de grasa total (3 g saturadas) y bajo en sodio (65 mg), lo que la hace más ligera en comparación con otros productos cárnicos procesados. Destaca su aporte de 20 g de proteína, que representa el 40% del valor diario recomendado, convirtiéndola en una fuente importante de nutrientes esenciales. En cuanto a carbohidratos, contiene 5 g, de los cuales 2 g son azúcares, sin presencia de fibra. Entre los micronutrientes relevantes figuran la vitamina A (20% VD), calcio y potasio, aunque no contiene vitamina D. En conjunto, se trata de un alimento con alto valor proteico y un perfil nutricional equilibrado, adecuado para consumo moderado dentro de una dieta variada, como se muestra en la Tabla 74.

Tabla 74

Composición nutricional estandarizada de la carne en barbacoa

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	180
Valor diario (%) *	
Grasa total 9g	
Grasas saturadas 3g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 55mg	
Sodio 65 mg	
Carbohidratos Totales 5g	
Fibra dietética 0 g	
Azúcar Total 2 g	
Proteína 20 g	40%
Vitamina D 0 mcg	0%
Calcio 10 mg	9%
Vitamina A 190 mcg	20%
Potasio 250 mg	

Pruebas Sensoriales para la Carne en Barbacoa. La prueba sensorial de la carne en barbacoa evaluó color, olor y textura durante 28 días de almacenamiento, utilizando un umbral de aceptación de tres puntos. Los resultados muestran que los tres atributos se mantuvieron por encima del umbral hasta el día 14, cuando el color, el olor y la textura aún registraban valores promedio entre 3.2 y 3.6. A partir del día 15, los puntajes comenzaron a descender progresivamente por debajo del límite aceptable, alcanzando valores cercanos a dos en los días 20–25 y cayendo hasta 1.6–1.8 al día 28. Esto indica que la vida útil sensorial de la carne en barbacoa es de aproximadamente 14 días, después de lo cual pierde aceptación en términos de calidad visual, aroma y textura, como se muestra en la Tabla 75.

Tabla 75

Evaluación sensorial de color, olor y textura de la carne en barbacoa durante el almacenamiento

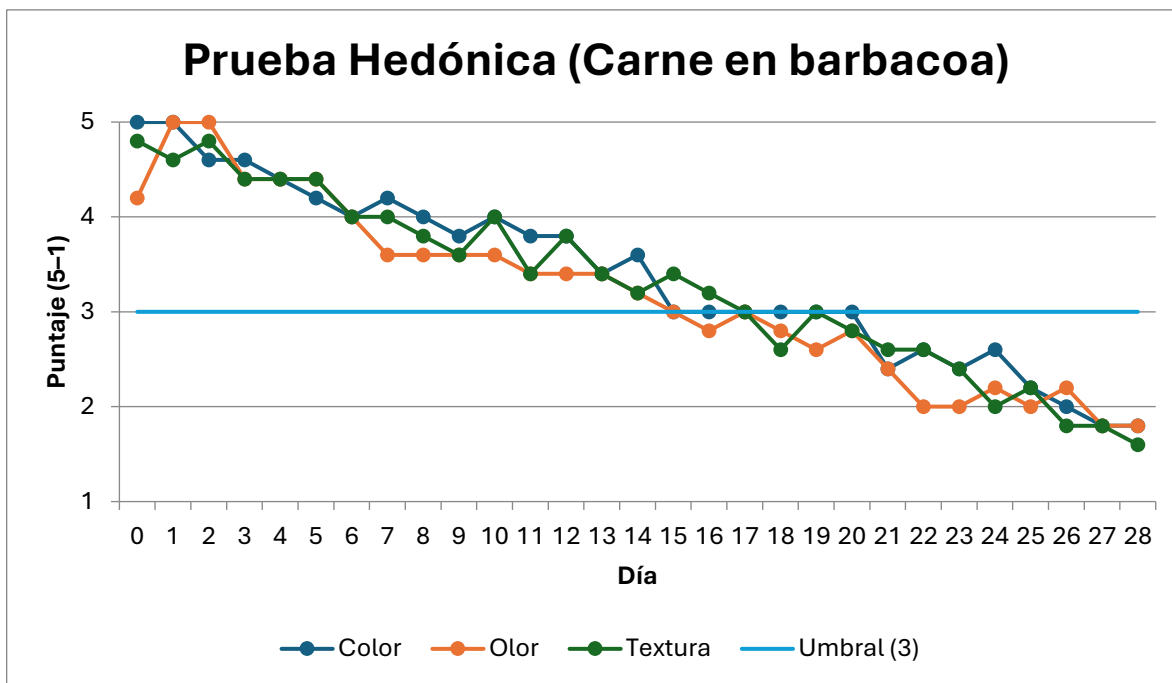
Día	Color Promedio	Olor Promedio	Textura Promedio
0	5	4.2	4.8
1	5	5	4.6
2	4.6	5	4.8
3	4.6	4.4	4.4
4	4.4	4.4	4.4
5	4.2	4.4	4.4
6	4	4	4
7	4.2	3.6	4
8	4	3.6	3.8
9	3.8	3.6	3.6
10	4	3.6	4
11	3.8	3.4	3.4
12	3.8	3.4	3.8
13	3.4	3.4	3.4
14	3.6	3.2	3.2
15	3	3	3.4
16	3	2.8	3.2
17	3	3	3
18	3	2.8	2.6
19	3	2.6	3
20	3	2.8	2.8
21	2.4	2.4	2.6
22	2.6	2	2.6
23	2.4	2	2.4
24	2.6	2.2	2

25	2.2	2	2.2
26	2	2.2	1.8
27	1.8	1.8	1.8
28	1.8	1.8	1.6

La prueba hedónica de la carne en barbacoa evidenció una disminución progresiva en los atributos sensoriales de color, olor y textura a lo largo de 28 días de almacenamiento. Durante los primeros 14 días, los puntajes se mantuvieron por encima del umbral de aceptación (≥ 3), lo que indica que el producto conservó características aceptables para el consumidor. Sin embargo, a partir de la segunda quincena los valores descendieron por debajo del límite, mostrando pérdidas notorias en la calidad sensorial. Estos resultados permiten establecer que la vida útil de la carne en barbacoa es de aproximadamente 14 días bajo las condiciones evaluadas, como se muestra en la Figura 59.

Figura 59

Evolución del color, olor y textura de la carne en barbacoa durante el almacenamiento



Sabor. La evaluación sensorial de sabor en la carne en barbacoa evidenció que durante los primeros 14 días de almacenamiento el producto mantuvo calificaciones superiores a 3.5, lo que indica una buena aceptación por parte de los jueces. A partir de la segunda quincena los puntajes disminuyeron progresivamente, situándose alrededor de tres entre los días 16 y 20, reflejando una pérdida gradual en la calidad del sabor. Al día 28, el promedio descendió a 1.8, claramente por debajo del umbral de aceptación. Estos resultados permiten concluir que la vida útil sensorial de la carne en barbacoa es de aproximadamente 14 días, manteniendo en ese periodo un sabor aceptable para el consumidor, como se muestra en la Figura 76.

Tabla 76

Evaluación sensorial de sabor de la carne en barbacoa durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 4	PROMEDIO
0	5	4	5	4	5	4.6
1	4	5	5	5	5	4.8
2	5	5	5	4	4	4.6
3	4	5	5	4	5	4.6
4	5	4	4	4	4	4.2
5	4	5	4	4	4	4.2
6	4	3	4	4	5	4
7	5	5	4	4	4	4.4
8	4	4	4	4	5	4.2
9	4	4	3	4	4	3.8
10	4	4	4	4	4	4
11	4	4	4	3	4	3.8
12	3	4	4	4	4	3.8
13	3	4	3	4	3	3.4
14	4	3	3	3	4	3.4
15	3	3	3	3	3	3
16	4	3	3	2	3	3
17	3	3	3	2	2	2.6
18	3	2	3	2	3	2.6
19	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	2	2.8
21	3	2	3	2	3	2.6
22	3	2	3	2	2	2.4
23	2	2	2	3	3	2.4
24	2	2	3	2	3	2.4
25	3	2	2	2	2	2.2

26	2	2	3	2	2	2.2
27	2	2	2	2	2	2
28	2	2	1	2	2	1.8

La evaluación hedónica del sabor en la carne en barbacoa mostró que durante los primeros 14 días de almacenamiento los puntajes se mantuvieron por encima del umbral de aceptación (≥ 3), reflejando una buena aceptabilidad sensorial. Sin embargo, a partir de la segunda quincena se observó una disminución progresiva, alcanzando valores cercanos a dos hacia el día 28, lo que evidencia una pérdida significativa en la calidad percibida. Estos resultados confirman que la vida útil sensorial de la carne en barbacoa es de aproximadamente 14 días, coincidiendo con los hallazgos de color, olor y textura, donde también se registró una reducción en la aceptación después de la segunda semana de almacenamiento. La evaluación hedónica del sabor en la carne barbacoa mostró que durante los primeros 14 días de almacenamiento los puntajes se mantuvieron por encima del umbral de aceptación (≥ 3), reflejando una buena aceptabilidad sensorial. Sin embargo, a partir de la segunda quincena se observó una disminución progresiva, alcanzando valores cercanos a dos hacia el día 28, lo que evidencia una pérdida significativa en la calidad percibida. Estos resultados confirman que la vida útil sensorial de la carne barbacoa es de aproximadamente 21 días, coincidiendo con los hallazgos de color, olor y textura, donde también se registró una reducción en la aceptación después de la segunda semana de almacenamiento como se muestra en la Figura 28.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{Color + Aroma + Textura}{3}$$

$$U \text{ dia } 0 = \frac{5 + 4.2 + 4.8}{3} = 4.66$$

$$U \text{ dia } 28 = \frac{1.8 + 1.8 + 1.6}{3} = 1.73$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío $\rightarrow 0.8$ (reducción del 20 %)

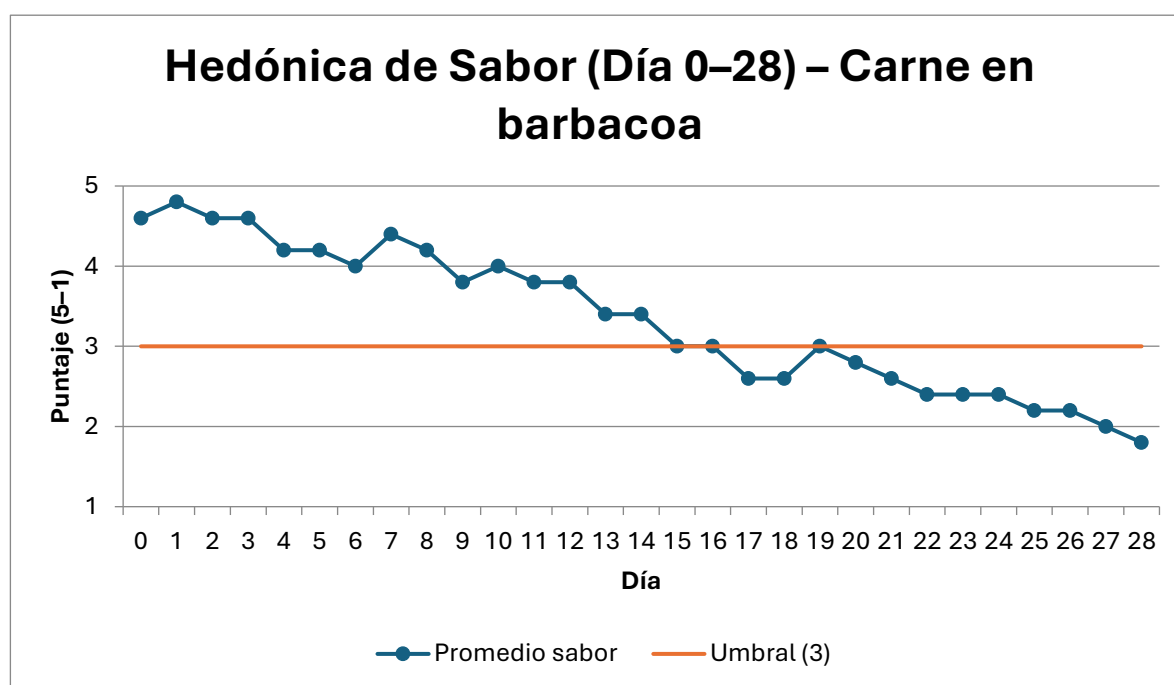
Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 21 \text{ días}$$

En la Figura 60 se muestra la evolución del sabor de la carne en barbacoa evaluado mediante la prueba hedónica durante 28 días de almacenamiento. Se observa una tendencia decreciente en la aceptación sensorial conforme avanza el tiempo, con puntajes que inician cercanos a cinco (me gusta mucho) y descienden gradualmente hasta ubicarse por debajo del umbral de aceptación (valor tres) a partir del día 15, indicando una pérdida progresiva de la preferencia del consumidor.

Figura 60

Evolución hedónica del sabor en la carne en barbacoa durante almacenamiento (0–28 días)



En la Figura 61 se presenta el producto cárnico elaborado y envasado al vacío, listo para su almacenamiento y posterior comercialización. La imagen evidencia el empaque hermético y transparente, el cual permite observar la cobertura uniforme del adobo sobre la superficie de la carne, asegurando tanto la protección microbiológica como la conservación de las características sensoriales del producto.

Figura 61

Carne adobada empacada al vacío



Costos. La estimación de costos de la carne en barbacoa muestra que el gasto total en materia prima asciende a Q181.00 para la elaboración del lote, siendo la carne de res el insumo de mayor peso económico (Q140.00). Los demás ingredientes, como vegetales, especias, panela y aceite, representan costos menores que complementan la formulación. A partir de este análisis, se determinó un precio de venta de Q22.00 por libra, lo que permite establecer una base de rentabilidad acorde a los costos directos de producción, como se muestra en la Tabla 77.

Tabla 77
Costos de elaboración de la carne en barbacoa

Ingrediente	Cantidad estimada	Costo estimado (Q)
Carne de res (falda, posta)	2 kg	140.00
Tomate fresco	300 g	10.00
Cebolla	150 g	5.00
Ajo	30 g	3.00
Panela o azúcar morena	50 g	2.50
Vinagre o jugo de naranja	100 mL	2.50
Aceite vegetal	50 mL	2.00
Especias (pimienta, comino, orégano)	20 g	5.00
Sal	20 g	1.00
Total, materia prima	—	Q181.00

Supuestos del lote

- Costo total (5 lb carne + insumos): Q175.00
- Rendimiento: ≈ 3.2 kg (~ 7 lb)
- Costo unitario: Q54.70/kg | Q25.00/lb

Escenarios de precio de venta

- Q. 20/lb
 - $B/C = 20/25 = 0.80 \rightarrow$ no rentable (pérdida $\sim 20\%$)
 - Utilidad por lote: $(20-25) \times 7 = - Q. 35$
- Q. 25/lb (punto de equilibrio)
 - $B/C = 25/25 = 1.00 \rightarrow$ se cubren costos
 - Utilidad por lote: Q. 0
- Q. 30/lb
 - $B/C = 30/25 = 1.20 \rightarrow$ margen $\sim 20\%$
 - Utilidad por lote: $(30-25) \times 7 = Q. 35$

- Q. 33/lb
 - $B/C = 33/25 = 1.32 \rightarrow$ margen ~32%
 - Utilidad por lote: $(33-25) \times 7 = Q. 56$

Con Q. 20/lb el negocio pierde (~20%). El punto de equilibrio está en Q. 25/lb. Para una rentabilidad sostenible, fija el precio entre Q. 30 y Q. 33 por libra, logrando $B/C \approx 1.2-1.32$ y utilidades de Q. 35–Q. 56 por lote (7 lb).

Salchicha Tipo Viena con Chile Cobanero

Formulación de Salchichas Tipo Viena/Frankfurter) con Chile Cobanero para 5 lb de Carne.

La formulación estandarizada de salchicha tipo Viena incorpora 5 libras de carne de res magra como base proteica, complementada con harina de trigo, hielo y una mezcla de condimentos que incluyen especias (nuez moscada, pimienta blanca, ajo, cebolla en polvo) y aditivos funcionales (fosfato, glutamato monosódico, eritorbato y sal Praga) para asegurar textura, sabor y conservación. El chile cobanero seco molido, en dosis de 10–15 g, constituye el ingrediente diferenciador, aportando un perfil picante característico como se muestra en la Tabla 78.

Tabla 78

Composición de la formulación de salchicha tipo Viena/Frankfurter con chile cobanero

Ingrediente	Cantidad estimada
Carne de res magra	5 lb
Harina de trigo	230 g
Hielo picado	600 g
Sal común	50 g
Consomé de pollo	10 g
Cebolla en polvo	24 g
Fosfato Accord	12 g
Nuez moscada	4 g
Pimienta blanca	4 g
Ajo en polvo	4 g

Glutamato monosódico	4 g
Eritorbato de sodio	4 g
Sal Praga	8 g
Chile cobanero seco molido	10–15 g (ajustable según intensidad deseada)
Tripa natural o sintética para embutido	

Procedimiento

- **Molienda.** En la picadora (Cutter) se colocan las carnes de res y de cerdo, la tercera parte del hielo, la sal y la sal de cura y se pone a funcionar la picadora durante siete minutos aproximadamente. En esta etapa del proceso la temperatura no debe ser superior a 7° C.
- **Adición de la Grasa.** Con la picadora funcionando, se adiciona la grasa, que al picarse es encapsulada por las proteínas formando una emulsión. Por la fricción de las cuchillas la temperatura de la pasta aumenta a 10° C con lo que la partícula de grasa aumenta su volumen, lo que facilita el picado y mejora la estabilidad de la emulsión. El tiempo recomendable en esta etapa es de dos a tres minutos.
- **Adición del Hielo.** Sin detener la picadora, se adiciona otra tercera parte del hielo con lo que la grasa reduce su volumen y se evita que se separe de la proteína. A los 30 segundos se añade la harina de trigo que al incorporarse forma una pasta emulsificada. Tiempo recomendable: dos minutos.
- **Adición de Condimentos y Sales.** Sin detener la picadora, se adicionan las especias y condimentos y se continúa el mezclado durante un minuto. Finalmente se incorpora el último tercio del hielo y el fosfato. Si se desea que la salchicha tenga color, se adiciona lentamente la solución del colorante. Se continúa la operación de picado durante dos minutos o hasta que se obtenga la textura deseada. Es importante evitar que el calor que produce la fricción de las cuchillas aumente la temperatura de la pasta

porque las proteínas se coagulan, la grasa se separa y la emulsión se rompe.

- **Embutido.** Se detiene la operación de la picadora y la pasta se coloca en el fondo de una embutidora. Esta debe estar limpia y seca y estar provista de una boquilla de 1 cm para la salchicha tipo Viena y de 2 cm para la Frankfurter. Se procede a embutir la pasta; las salchichas tipo Viena se embuten en fundas de celofán, en cambio para la Frankfurter se emplea la tripa natural. El tipo Viena se fracciona cada 10–12 cm y la Frankfurter cada 15 cm.
- **Ahumado.** Si se desea, las salchichas se colocan en un ahumador a 75° C durante 60 minutos.
- **Cocción.** Para la cocción las salchichas se colocan en un recipiente con agua a 72° C, durante 20 minutos para la Viena y 30 minutos para la Frankfurter. Con la cocción se coagulan las proteínas, se gelifica el almidón, se desarrolla un poco de color y disminuye el volumen de la pasta.
- **Choque Térmico.** Después de la cocción, las salchichas tipo Viena se colocan en un recipiente con agua y hielo durante cinco minutos. Con este tratamiento se evita la deshidratación de la pasta y se facilita que la funda de celofán se separe.
- **Almacenamiento.** Finalmente se almacenan las salchichas en refrigeración a 2° C. La vida útil del producto es de siete días.

Etiquetado Nutricional. Una porción de 100 g de salchicha tipo Viena con chile cobanero aporta 175 kcal, con un contenido proteico significativo (20 g, equivalente al 40% del valor diario recomendado). El perfil lipídico muestra un aporte moderado de grasa total (8 g), de las cuales 2.5 g son saturadas, sin presencia de grasas trans. Los carbohidratos totales son bajos (4 g) y no contienen azúcares añadidos ni fibra. Además, aporta minerales como calcio (12% VD) y potasio (200 mg), y vitaminas como la vitamina A (20% VD), como se muestra en la Tabla 79.

Tabla 79

Composición nutricional estandarizada de la salchicha tipo Viena/Frankfurter con chile cobanero

Información Nutricional	
Tamaño de porción: 100 gramos (4.5 porciones)	
Cantidad por porción	
Calorías	175
Valor diario (%) *	
Grasa total 8g	
Grasas saturadas 2.5g	
Grasas trans 0g	
Colesterol 60mg	
Sodio 60 mg	
Carbohidratos Totales 4g	
Fibra dietética 0 g	
Azúcar Total 0 g	
Proteína 20 g	
40%	
Vitamina D 0 mcg	
0%	
Calcio 12 mg	
12%	
Vitamina A 190 mcg	
20%	
Potasio 200 mg	

Pruebas Sensoriales para la Salchicha Viena con Chile Cobanero. Al inicio (día cero), la salchicha obtuvo calificaciones altas en los atributos sensoriales: color (4.6), olor (4.8) y textura (4.8), muy por encima del umbral de aceptación (tres). Entre los días siete y 10, los valores aún se mantenían ligeramente superiores al umbral (3.6 – 4.2), indicando buena aceptación. A partir del día 13–15, los valores de olor y textura empiezan a acercarse al umbral (3.0–3.2), lo que marca el inicio de una reducción significativa en la calidad sensorial.

En el día 18, los tres atributos se encuentran justo en el umbral de aceptación (3.0), y desde el día 20 en adelante las calificaciones caen progresivamente por

debajo del umbral, con valores mínimos en el día 28 (color 1.6, olor 1.6, textura 2.0), reflejando pérdida total de la aceptabilidad, como se muestra en la Tabla 80.

Tabla 80

Evaluación sensorial de color, olor y textura en salchicha tipo Viena/Frankfurter con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días)

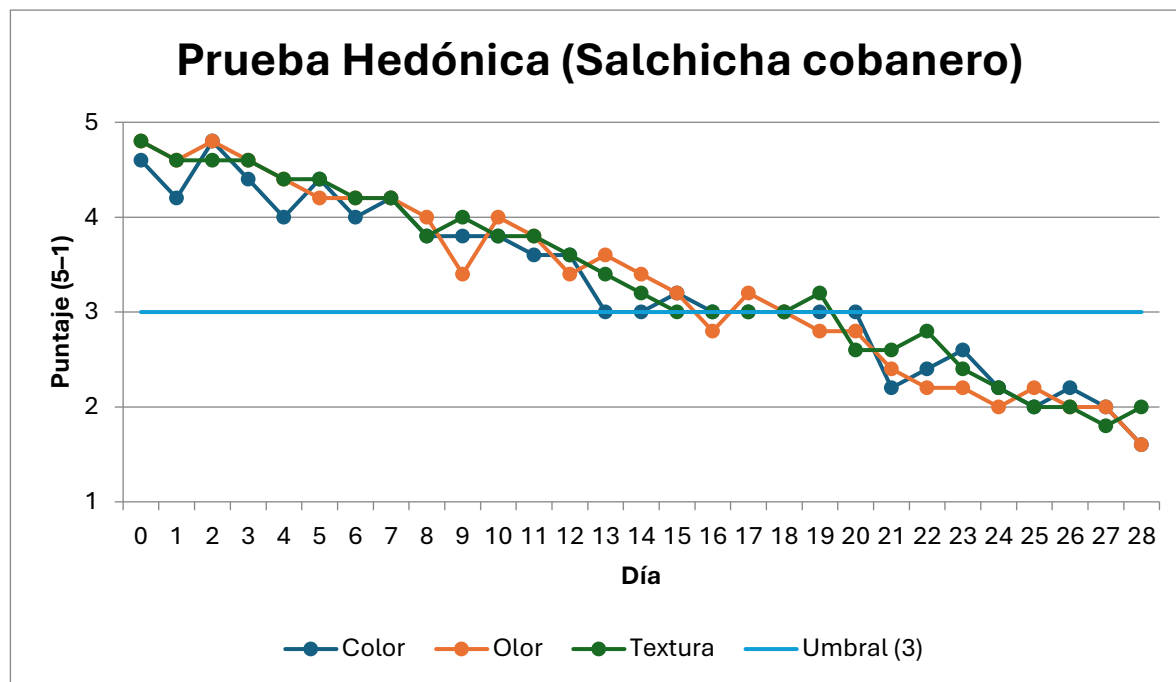
Día	Color Promedio	Olor Promedio	Textura Promedio	Umbral (3)
0	4.6	4.8	4.8	3
1	4.2	4.6	4.6	3
2	4.8	4.8	4.6	3
3	4.4	4.6	4.6	3
4	4	4.4	4.4	3
5	4.4	4.2	4.4	3
6	4	4.2	4.2	3
7	4.2	4.2	4.2	3
8	3.8	4	3.8	3
9	3.8	3.4	4	3
10	3.8	4	3.8	3
11	3.6	3.8	3.8	3
12	3.6	3.4	3.6	3
13	3	3.6	3.4	3
14	3	3.4	3.2	3
15	3.2	3.2	3	3
16	3	2.8	3	3
17	3	3.2	3	3
18	3	3	3	3
19	3	2.8	3.2	3
20	3	2.8	2.6	3
21	2.2	2.4	2.6	3
22	2.4	2.2	2.8	3
23	2.6	2.2	2.4	3
24	2.2	2	2.2	3
25	2	2.2	2	3
26	2.2	2	2	3
27	2	2	1.8	3
28	1.6	1.6	2	3

Los atributos sensoriales (color, olor y textura) se mantuvieron aceptables (>3) hasta el día 13–15, acercándose luego al umbral de aceptación. En el día 18

los tres parámetros alcanzaron el límite (tres), determinando la vida útil sensorial del producto. Después de esta fecha, los puntajes descendieron rápidamente, llegando a valores de rechazo al día 28, como se muestra en la Figura 62.

Figura 62

Evolución sensorial de la salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (color, olor y textura, 0–28 días)



Pruebas Sensoriales (cocido)

Sabor. El sabor obtuvo puntajes iniciales altos (4.8 durante el día cero a uno) y se mantuvo aceptable (>3) hasta el día 15. A partir del día 16 los valores cayeron progresivamente, alcanzando el umbral de aceptación (tres). En el día 18 el promedio descendió a 2.6, confirmando el límite de vida útil sensorial del producto. Posteriormente, el deterioro se acentuó, llegando a puntajes mínimos (1.8) en el día 28.

Esto indica que la vida útil sensorial por sabor de la salchicha con chile cobanero es de aproximadamente 16–18 días bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas, como se muestra en la Tabla 81.

Tabla 81

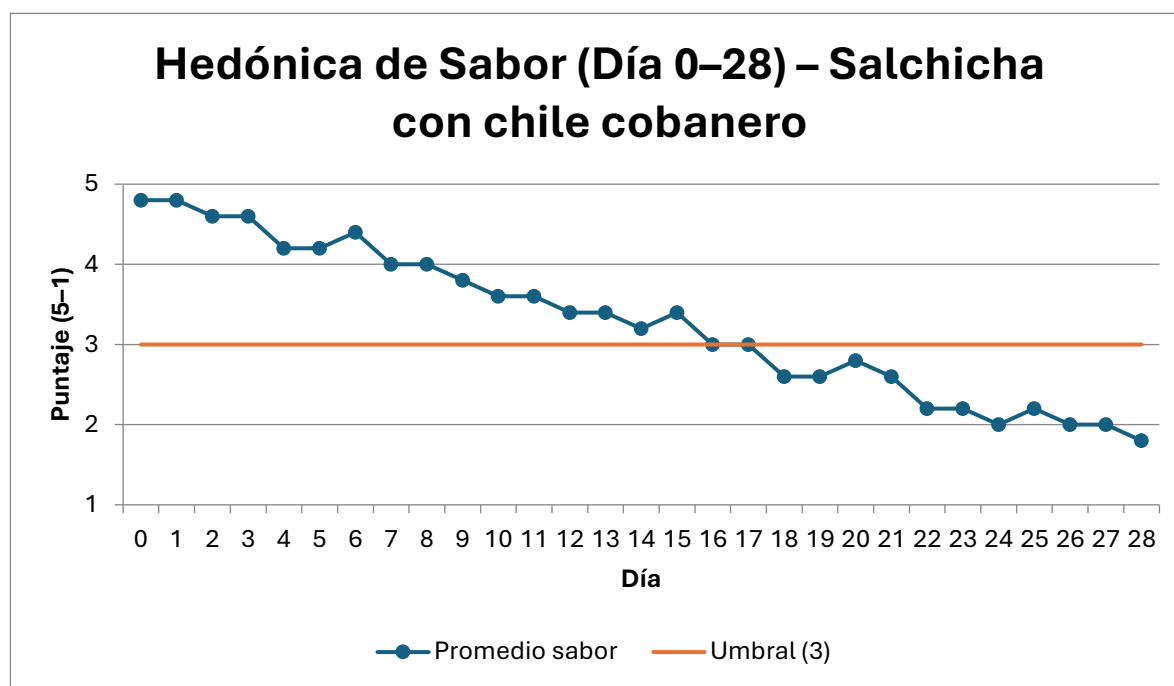
Evaluación sensorial de sabor en salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	5	5	4	5	4.8
1	5	5	5	5	4	4.8
2	5	5	5	4	4	4.6
3	4	5	4	5	5	4.6
4	4	4	4	4	5	4.2
5	4	4	4	5	4	4.2
6	5	4	4	5	4	4.4
7	4	3	4	5	4	4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	3	4	3	5	3.8
10	3	3	4	4	4	3.6
11	4	3	3	4	4	3.6
12	3	4	3	4	3	3.4
13	4	3	4	3	3	3.4
14	3	3	3	4	3	3.2
15	3	3	4	3	4	3.4
16	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3
18	3	4	2	2	2	2.6
19	2	3	2	3	3	2.6
20	2	3	3	3	3	2.8
21	3	3	2	3	2	2.6
22	2	2	3	2	2	2.2
23	2	2	2	2	3	2.2
24	2	2	2	2	2	2
25	3	2	2	2	2	2.2
26	2	2	2	2	2	2
27	2	2	2	2	2	2
28	2	2	2	2	1	1.8

El sabor presentó calificaciones iniciales altas (≈ 4.8) que se mantuvieron por encima del umbral de aceptación (tres) hasta el día 15. A partir del día 16 los valores alcanzaron el límite, y en el día 18 descendieron a 2.6, indicando la pérdida de aceptabilidad. Posteriormente, las puntuaciones disminuyeron de forma continua hasta 1.8 en el día 28. Por lo tanto, la vida útil sensorial por sabor se estima en 16–18 días, en concordancia con los resultados de sabor como se muestra en la Figura 63.

Figura 63

Evolución hedónica del sabor en salchicha tipo Viena con chile cobanero durante almacenamiento (0–28 días)



Vida útil. La vida útil de la salchicha tipo Viena con chile cobanero, evaluada mediante pruebas sensoriales de color, olor, textura y sabor, se determinó en un promedio de 28 días, aunque al aplicar un factor de seguridad del 20% para el envasado al vacío se reduce a aproximadamente 21 días, mientras que para el producto sin vacío oscila entre 16 y 19 días. Estos resultados indican que el producto mantiene una aceptabilidad adecuada hasta poco más de dos semanas sin vacío y hasta tres semanas cuando es envasado al vacío, asegurando calidad sensorial y seguridad para el consumidor.

Umbral de aceptación es $U=3$

$$U = \frac{\text{Color} + \text{Aroma} + \text{Textura}}{3}$$

$$U \text{ dia } 0 = \frac{4.6 + 4.8 + 4.8}{3} = 4.73$$

$$U \text{ dia } 28 = \frac{1.6 + 1.6 + 2}{3} = 1.73$$

Aplicación de un factor de seguridad

Producto al vacío → 0.8 (reducción del 20 %)

Producto sin vacío → 0.6–0.7

$$28 \text{ días (sensorial)} * 0.8 = 21 \text{ días}$$

Figura 64

Salchicha tipo Viena con chile cobanero



Costos. El costo total de materia prima para la elaboración de la salchicha tipo Viena con chile cobanero fue de Q175.00 por lote de 5 libras de carne, lo que equivale a un rendimiento aproximado de 3.2 kg (7 libras) de producto final. Esto representa un costo de Q25.00 por libra, siendo el punto de equilibrio del proceso. En consecuencia, para obtener utilidades el precio de venta debe fijarse por encima de este valor, preferiblemente entre Q30 y Q33 por libra, rango que permite alcanzar una rentabilidad del 20–30% y un índice beneficio/costo favorable, como se muestran en la Tabla 82.

Tabla 82*Costos de elaboración de la salchicha Viena con chile cobanero*

Ingrediente	Cantidad	Costo estimado (Q)
Carne de res magra	5 lbs	140.00
Harina de trigo	230 g	5.00
Hielo picado	600 g	2.00
Sal	50 g	1.00
Consomé de pollo	10 g	1.50
Cebolla en polvo	24 g	3.00
Fosfato Accord	12 g	8.00
Nuez moscada	4 g	2.50
Pimienta blanca	4 g	2.50
Ajo en polvo	4 g	2.00
Glutamato monosódico	4 g	2.00
Eritorbato de sodio	4 g	2.00
Sal Praga	8 g	2.50
Total, materia prima	—	Q175.00

Cálculo de costos y rentabilidad

- Costo total de materia prima: Q. 175.00
- Rendimiento del lote:

5 lbs de carne + insumos → aprox. 3.2 kg (7 lbs) de producto final.

Costo por libra (0.45 kg): $Q. 175/7 = Q. 25.00/lb$

Escenarios de precio de venta

- Si se vende a Q.20.00/lb:
 - Ingreso por 7 lb = Q. 140
 - Pérdida: Q. 35

- $B/C = 0.8$ (no rentable)
- Si se vende a Q25/lb (punto de equilibrio):
 - Ingreso por 7 lb = Q. 175
 - Utilidad = 0 (solo cubre costos)
- Si se vende a Q. 30/lb:
 - Ingreso = Q. 210
 - Ganancia = Q. 35
 - $B/C = 1.2$ (20% rentable)
- Si se vende a Q. 33/lb:
 - Ingreso = Q. 231
 - Ganancia = Q. 56
 - $B/C = 1.32$ (32% rentable)

La elaboración de salchicha Viena con chile cobanero tiene un costo real de Q25/lb. Para lograr rentabilidad, el precio de venta debe fijarse en al menos Q30–33/lb, lo que asegura utilidades del 20–30% y un índice beneficio/costo (B/C) de 1.2–1.3.

Conclusiones

Se reconocieron materias primas agropecuarias disponibles en la ENCA, como carnes, especias y productos vegetales locales, con capacidad de ser utilizadas en formulaciones diferenciadas. Asimismo, se seleccionaron insumos con valor agregado, asegurando su disponibilidad y adaptabilidad a procesos agroindustriales.

Los productos innovadores desarrollados fueron sometidos a pruebas técnicas y sensoriales, comprobando que las formulaciones mantuvieran estándares de calidad, inocuidad y aceptación. Los paneles de jueces confirmaron niveles de aceptabilidad superiores al umbral mínimo ($U=3$), lo que respalda la viabilidad de su futura introducción al mercado institucional o comercial.

Se elaboraron fichas técnicas, registros de costos de producción y propuestas de diseño de empaque que cumplen con normativas nacionales e internacionales. Este proceso de documentación asegura la trazabilidad, facilita la

replicabilidad de las formulaciones y fortalece la gestión administrativa de los nuevos productos.

Recomendaciones

Ampliar la exploración de materias primas agropecuarias de la ENCA (ej. vegetales de temporada, hierbas locales y derivados lácteos) para diversificar la cartera de productos, garantizando que las nuevas formulaciones respondan tanto a la disponibilidad local como a las tendencias de consumo saludable y sostenible.

Implementar evaluaciones periódicas con paneles de jueces entrenados y consumidores potenciales, de manera que se obtenga retroalimentación continua sobre color, sabor, textura y aceptabilidad general, asegurando que los productos mantengan competitividad en calidad e innovación.

Mantener actualizados los registros de costos de producción y ajustar el diseño de empaques según normativas y preferencias de mercado. Se recomienda explorar empaques sostenibles y atractivos que refuercen la imagen institucional de la ENCA y aumenten el valor percibido de los nuevos productos.

Referencias

- FAO, & OMS. (10 de 04 de 2025). *Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados: Codex Alimentarius*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- INCAP. (2012). *Tablas de Composición de Alimentos de Centroamérica*. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá.
- Jara , M. (2017). *El método de las 5S: su aplicación* . Ecuador: Universidad Tecnológica ECOTEC.
- OIRSA. (2016). *Manual de buenas prácticas de manufactura en carne de bovino, porcinos y aves*. El Salvador: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.
- Pérez, S. &. (2019). *La formulación de productos innovadores requiere una integración de creatividad, conocimientos científicos y análisis del entorno económico y social, lo que permite generar soluciones sostenibles y comercialmente viables*.

Anexos

Anexo 1. Estudios bromatológicos para los productos elaborados en la ENCA

Figura 65A

Estudio bromatológico de las carnes que se elaboran en la ENCA



FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

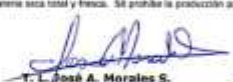
Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria Zona 12
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Teléfono: 2418-8397 ext. 84119 Cel.: 24155-552

Solicitado por: **ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA-ENCA** Dirección: **FINCA BARCEÑAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA** No. **184**

Fecha de recepción de la muestra: **01-09-2025** Fecha de realización: **DEL 03-09-2025 AL 11-09-2025**

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Ca. %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	E.N. Mcal/kg	E.D. kcal/kg	TND %	E.M. Mcal/Kg
218	POLLO AHUMADO	SECA	49.54	50.46	27.90	0.01	46.75	8.20	17.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	14.08	0.01	23.56	4.14	8.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
219	COSTILLA DE CERDO AHUMADO	SECA	41.65	58.35	41.34	0.03	50.32	4.80	3.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	24.12	0.02	29.38	2.80	2.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	CARNE DE CERDO LOMO EN CHIMICHURRI	SECA	46.93	53.07	5.84	0.02	44.34	3.56	46.44	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	2.99	0.01	23.53	1.89	24.84	—	—	—	—	—	—	—	—	—
221	LONGANIZA	SECA	51.69	48.31	68.48	0.02	25.91	5.52	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	26.24	0.01	9.52	2.11	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—

OBSERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24185397.


T. L. José A. Morales S.
 Laboratorista




Lic. Miguel Ángel Ríos
 Jefe Laboratorio de Bromatología

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA: 4

Nota. Informe bromatológico de chorizo (testigo), con resultados de composición proximal en base seca y como alimento. Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. (2025)

Figura 66A
Estudio bromatológico de las carnes que se elaboran en la ENCA



FORMULARIO BROMATO 7

INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

Laboratorio de
BROMATOLOGÍA
Análisis de alimentos para animales

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Escuela de Zootecnia
 Unidad de Alimentación Animal

Edificio M6, 2º Nivel, Ciudad Universitaria Zona 12
 Ciudad de Guatemala, Guatemala
 Telefax: 2418-8307 ext. 84119 Cel.: 34155-552

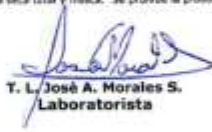
Solicitado por: ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA -ENCA- Dirección: FINCA BANCENAS, VILLA NUEVA, GUATEMALA. No. 185

Fecha de recibida la muestra: 01-08-2025. Fecha de realización: DEL 01-08-2025 AL 11-08-2025.

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEÍNA %	Cenizas %	E.L.N. %	Ca. %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	E.N. Mcal/kg	E.D. kcal/KG	TND %	E.M. Mcal/Kg
222	CHORIZO	SECA	40.40	59.60	52.55	0.07	34.77	7.68	4.93	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	31.32	0.04	20.72	4.58	2.94	---	---	---	---	---	---	---	---	---
223	POLLO ADOBADO	SECA	71.19	28.81	50.53	0.01	33.41	7.02	9.03	---	---	---	---	---	---	---	---	---
		COMO ALIMENTO	---	---	14.56	0.00	9.63	2.02	2.60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
			---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

TOTAL DE MUESTRAS REPORTADAS EN ESTA HOJA 2

OBSERVACIONES:
 Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción parcial o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.


T. L. José A. Morales S.
 Laboratorista




Lic. Miguel Ángel Bateman
 Jefe Laboratorio de Bromatología

Nota. Informe bromatológico de chorizo (testigo), con resultados de composición proximal en base seca y como alimento. Laboratorio de Bromatología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC. (2025)

Anexo 2. Fotos variadas

Figura 67A

Bodega de especias de la ENCA



Nota. Se observa el estado de organización y almacenamiento de insumos en la bodega principal.

Figura 68A
Implementación de las 5S



Nota. Se ilustran los cinco pasos de la metodología 5S aplicados en la bodega de insumos: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina.

Figura 69A

Entrega de diplomas a participantes de la capacitación



Nota. La imagen muestra la entrega de diplomas a los participantes de la capacitación.

Figura 70A

Participantes de la capacitación en ENCA con su diploma



Nota. Participantes de la capacitación en ENCA con sus diplomas.

Figura 71A
Productos de la planta de cárnicos



Nota. Se observan embutidos tipo chorizo envasados al vacío como parte de la producción de la planta agroindustrial.

Anexo 3. Pruebas sensoriales evaluadas para su aceptación para los tres productos nuevos elaborados en la ENCA

Tabla 83A

Pruebas sensoriales (crudo) salchicha viena (Color)

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	4	5	5	4	5	4.6
1	5	5	4	4	4	4.4
2	4	5	4	5	5	4.6
3	4	5	5	4	5	4.6
4	5	5	4	4	4	4.4
5	4	4	5	4	5	4.4
6	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	4	4	4	4	4
10	4	4	3	4	3	3.6
11	4	3	3	3	4	3.4
12	4	3	3	3	4	3.4
13	4	3	3	3	3	3.2
14	3	4	4	4	3	3.6
15	4	3	3	3	3	3.2
16	3	4	3	2	3	3
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	2	3	2.8
19	2	3	3	3	2	2.6
20	2	3	2	2	4	2.6
21	2	2	3	3	3	2.6
22	3	3	3	2	2	2.6
23	2	3	2	3	2	2.4
24	2	3	2	2	3	2.4
25	2	2	2	2	2	2
26	3	2	2	2	2	2.2
27	2	1	1	2	2	1.6
28	1	2	1	2	2	1.6

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 84A*Pruebas sensoriales (crudo) salchicha Viena (Olor)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	5	4	5	5	4.8
1	5	5	5	4	5	4.8
2	4	5	4	4	5	4.4
3	4	5	5	4	5	4.6
4	4	4	4	5	5	4.4
5	4	4	4	4	4	4
6	4	4	3	4	4	3.8
7	5	4	3	3	4	3.8
8	3	4	3	4	4	3.6
9	4	4	4	4	4	4
10	3	3	3	3	3	3
11	3	3	4	3	3	3.2
12	3	3	4	3	4	3.4
13	3	3	3	4	3	3.2
14	4	3	3	4	3	3.4
15	3	5	3	3	3	3.4
16	2	4	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	2	2.8
19	2	2	3	3	3	2.6
20	3	3	2	2	3	2.6
21	3	2	3	3	3	2.8
22	2	3	2	2	2	2.2
23	2	3	2	3	3	2.6
24	2	2	2	2	3	2.2
25	2	3	2	3	2	2.4
26	2	3	2	2	2	2.2
27	1	2	2	2	2	1.8
28	2	2	2	2	2	2

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 85A*Pruebas sensoriales (crudo) salchicha Viena (Textura)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	4	5	5	4	5	4.6
1	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	4	5	4.8
3	4	4	5	5	4	4.4
4	5	4	5	5	5	4.8
5	4	4	4	4	4	4
6	5	5	4	4	4	4.4
7	5	4	5	4	4	4.4
8	4	4	4	4	4	4
9	4	3	4	3	4	3.6
10	4	4	4	3	3	3.6
11	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	3	4	3.8
13	4	4	4	4	3	3.8
14	4	4	4	3	3	3.6
15	4	3	3	3	3	3.2
16	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	2	3	3	2	3	2.6
21	3	3	3	3	3	3
22	2	3	3	3	2	2.6
23	2	2	3	3	3	2.6
24	3	2	2	2	2	2.2
25	3	3	2	2	2	2.4
26	2	2	2	2	2	2
27	1	2	2	2	2	1.8
28	2	2	2	1	2	1.8

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 86A*Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (color)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	5	5	5	5	5
1	5	5	5	5	5	5
2	5	4	5	4	5	4.6
3	5	5	4	4	5	4.6
4	4	4	4	5	5	4.4
5	5	4	4	4	4	4.2
6	4	4	4	4	4	4
7	4	4	5	4	4	4.2
8	4	4	4	4	4	4
9	4	3	4	4	4	3.8
10	4	4	4	4	4	4
11	4	4	3	4	4	3.8
12	4	4	4	3	4	3.8
13	3	4	4	4	2	3.4
14	4	4	4	3	3	3.6
15	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3
17	4	2	3	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3
21	2	2	3	2	3	2.4
22	4	2	2	2	3	2.6
23	3	3	2	2	2	2.4
24	3	2	3	3	2	2.6
25	2	2	2	2	3	2.2
26	2	2	2	2	2	2
27	2	1	2	2	2	1.8
28	2	2	1	2	2	1.8

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 87A*Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (olor)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	4	4	4	4	5	4.2
1	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5
3	4	4	5	4	5	4.4
4	5	4	4	4	5	4.4
5	4	5	4	4	5	4.4
6	4	4	4	4	4	4
7	4	3	4	4	3	3.6
8	3	4	4	3	4	3.6
9	3	4	3	4	4	3.6
10	4	3	4	3	4	3.6
11	3	4	3	4	3	3.4
12	3	3	4	4	3	3.4
13	3	4	3	3	4	3.4
14	3	3	3	3	4	3.2
15	2	3	3	4	3	3
16	3	3	2	3	3	2.8
17	3	3	3	3	3	3
18	3	2	3	3	3	2.8
19	3	2	3	2	3	2.6
20	3	2	3	3	3	2.8
21	3	3	2	2	2	2.4
22	2	2	2	2	2	2
23	2	2	2	2	2	2
24	3	2	2	2	2	2.2
25	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	3	2.2
27	1	1	2	3	2	1.8
28	2	1	1	3	2	1.8

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 88A*Pruebas sensoriales (crudo) carne en barbacoa (textura)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	4	5	5	5	4.8
1	4	5	5	5	4	4.6
2	5	5	5	5	4	4.8
3	4	4	5	4	5	4.4
4	4	4	5	4	5	4.4
5	4	4	5	5	4	4.4
6	4	4	4	4	4	4
7	4	4	4	4	4	4
8	3	4	4	4	4	3.8
9	4	3	4	3	4	3.6
10	4	4	4	4	4	4
11	4	3	3	3	4	3.4
12	4	3	4	4	4	3.8
13	4	3	4	3	3	3.4
14	4	3	3	3	3	3.2
15	3	4	4	3	3	3.4
16	4	3	3	3	3	3.2
17	3	3	3	3	3	3
18	2	3	2	3	3	2.6
19	3	3	3	3	3	3
20	2	3	3	3	3	2.8
21	3	2	3	2	3	2.6
22	3	2	3	3	2	2.6
23	3	2	2	2	3	2.4
24	3	1	2	2	2	2
25	3	2	2	2	2	2.2
26	1	2	2	2	2	1.8
27	1	2	2	2	2	1.8
28	1	1	2	2	2	1.6

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 89A*Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (color)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 4	PROMEDIO
0	4	5	5	4	5	4.6
1	4	5	4	4	4	4.2
2	4	5	5	5	5	4.8
3	4	5	5	4	4	4.4
4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	5	5	4.4
6	4	4	4	4	4	4
7	4	5	3	4	5	4.2
8	4	4	4	3	4	3.8
9	4	4	4	4	3	3.8
10	4	4	4	3	4	3.8
11	3	3	4	4	4	3.6
12	4	4	3	3	4	3.6
13	3	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3
15	3	3	3	3	4	3.2
16	3	3	2	3	4	3
17	3	3	3	3	3	3
18	3	3	4	2	3	3
19	3	3	3	3	3	3
20	2	3	4	3	3	3
21	2	2	2	2	3	2.2
22	2	3	3	2	2	2.4
23	3	3	2	2	3	2.6
24	2	3	2	2	2	2.2
25	2	2	2	2	2	2
26	2	3	2	2	2	2.2
27	2	2	2	2	2	2
28	2	2	1	1	2	1.6

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 90A*Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (olor)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	4	5	5	5	4.8
1	4	5	5	4	5	4.6
2	4	5	5	5	5	4.8
3	4	5	5	5	4	4.6
4	5	5	4	4	4	4.4
5	4	5	4	5	3	4.2
6	4	4	5	4	4	4.2
7	4	4	4	5	4	4.2
8	4	4	4	4	4	4
9	3	3	4	4	3	3.4
10	4	4	4	4	4	4
11	4	4	4	4	3	3.8
12	3	3	4	3	4	3.4
13	4	3	4	3	4	3.6
14	3	3	4	4	3	3.4
15	3	3	4	3	3	3.2
16	3	2	3	3	3	2.8
17	3	3	4	3	3	3.2
18	3	3	4	2	3	3
19	3	3	3	3	2	2.8
20	3	3	3	3	2	2.8
21	2	3	3	2	2	2.4
22	2	2	3	2	2	2.2
23	2	2	2	3	2	2.2
24	2	2	2	2	2	2
25	2	2	3	2	2	2.2
26	2	2	2	2	2	2
27	2	2	3	2	1	2
28	2	2	1	1	2	1.6

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.

Tabla 91A*Pruebas sensoriales (crudo) salchicha con chile cobanero (textura)*

Día	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Juez 4	Juez 5	PROMEDIO
0	5	5	5	4	5	4.8
1	5	4	5	5	4	4.6
2	5	5	5	4	4	4.6
3	5	5	4	5	4	4.6
4	5	4	4	4	5	4.4
5	4	5	4	4	5	4.4
6	5	4	4	4	4	4.2
7	4	4	4	4	5	4.2
8	4	4	4	3	4	3.8
9	4	4	5	3	4	4
10	4	3	4	4	4	3.8
11	3	4	4	4	4	3.8
12	4	3	4	3	4	3.6
13	3	3	4	3	4	3.4
14	3	3	3	3	4	3.2
15	3	3	3	3	3	3
16	3	3	3	3	3	3
17	3	4	2	3	3	3
18	3	3	3	3	3	3
19	3	3	3	3	4	3.2
20	3	2	3	2	3	2.6
21	3	2	3	2	3	2.6
22	2	3	3	3	3	2.8
23	2	3	3	2	2	2.4
24	3	2	2	2	2	2.2
25	2	2	2	2	2	2
26	2	2	2	2	2	2
27	2	2	2	1	2	1.8
28	2	3	2	1	2	2

Nota. Escala hedónica de 5 puntos (1 = me desagrada mucho, 5 = me gusta mucho). Los valores corresponden a las calificaciones otorgadas por cinco jueces en distintos días de almacenamiento, y el promedio refleja la aceptabilidad general del atributo olor.