

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de la formulación y requisitos operativos de la
producción de un *snack*, utilizando gallinas de descarte en una
industria avícola guatemalteca

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

María José de la Cerda Mendizabal

para optar por el grado académico de

Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala

2023

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de la formulación y requisitos operativos de la
producción de un *snack*, utilizando gallinas de descarte en una
industria avícola guatemalteca

Trabajo de graduación en modalidad de trabajo profesional presentado por

María José de la Cerda Mendizabal

para optar por el grado académico de

Licenciada en Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Guatemala

2023

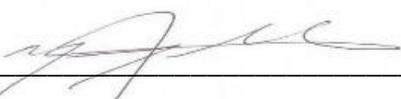
Vo. Bo.:

(f) 

MSc. Nancy Aracely Linde Corado

Asesor

Tribunal Examinador:

(f) 

MSc. Nancy Aracely Linde Corado



(f) _____

MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

(f) 

MSc. Ana Alicia Paz Pierri

Fecha de aprobación: Guatemala 6 de diciembre de 2022

PREFACIO

Acto que dedico a:

Dios, por acompañarme en mi vida, iluminarme, darme sabiduría siempre y por permitirme lograr una meta más en mi vida.

Mi madre Edna Mendizabal, quien me ha apoyado incondicionalmente a lo largo de mis estudios, por su paciencia y amor. Por ser mi inspiración y que junto a mi padre me brindaron una formación y educación con mucho esfuerzo e ímpetu.

Mi padre Mario Gerardo que en paz descanse, paradigma de perseverancia para poder vencer las adversidades, quien me enseñó a valorar los resultados de un gran esfuerzo y quien desde el cielo me sigue motivando.

Mis hermanos Mario Gerardo y José Gabriel, quienes me han demostrado amor, apoyo, unión y han brindado alegría a mi vida.

A mi abuela Angélica, por ser una parte esencial de mi formación, en mi educación y valores como persona.

Por último, a la Universidad del Valle de Guatemala, la cual no solo me ha dado un título sino también muchos valores que me han formado como persona y profesional.

ÍNDICE

PREFACIO.....	v
LISTADO DE CUADROS	xi
LISTADO DE FIGURAS	xiii
LISTADO DE ECUACIONES	xv
LISTADO DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
A. MALNUTRICIÓN.....	3
B. MALNUTRICIÓN EN GUATEMALA	3
C. INDUSTRIA AVÍCOLA	4
D. INDUSTRIA AVÍCOLA EN GUATEMALA	5
E. ECONOMÍA CIRCULAR.....	5
F. CARNE DE GALLINA.....	6
G. <i>SNACKS</i> EN GUATEMALA.....	6
H. <i>SNACKS</i> CÁRNICOS	8
III. JUSTIFICACIÓN.....	9
IV. OBJETIVOS.....	11
A. OBJETIVO GENERAL:	11
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	11
V. MARCO TEÓRICO.....	13
A. INFORMACIÓN DE LA GALLINA	13
B. EDAD PRODUCTIVA DE LAS GALLINAS	13

C. PROTEÍNAS.....	14
D. SNACKS.....	15
E. LEGISLACIÓN ALIMENTARIA	15
F. CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS CÁRNICOS	15
G. TECNOLOGÍAS USADAS PARA SNACKS CÁRNICOS	16
H. DISEÑO DE LA CALIDAD	16
I. INFORMACIÓN DE INGREDIENTES UTILIZADOS EN SNACKS	19
J. MÉTODOS DE ANÁLISIS PROXIMAL	20
K. DESARROLLO DE DIAGRAMA DE PROCESO.....	20
L. MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL	21
M. RANCIDEZ OXIDATIVA.....	22
N. DETERIORO SENSORIAL.....	23
O. EMPAQUE.....	23
P. COSTOS.....	24
VI. METODOLOGÍA	27
A. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	27
B. RECOLECCIÓN DE ENTRADAS DEL DESARROLLO.....	27
1. <i>Requisitos del cliente por medio de análisis de encuestas y entrevistas.....</i>	<i>27</i>
2. <i>Requisitos de la industria avícola</i>	<i>27</i>
3. <i>Legislación</i>	<i>27</i>
4. <i>Comparación productos comerciales.....</i>	<i>28</i>
C. DEFINICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO	28
1. <i>Lluvia de ideas</i>	<i>28</i>

2.	<i>Quality Function Deployment (QFD)</i>	28
D.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	28
1.	<i>Formulaciones</i>	28
2.	<i>Evaluación sensorial para ir descartando formulaciones</i>	28
3.	<i>Mejoras de formulaciones</i>	29
E.	VALIDACIÓN TÉCNICA.....	29
F.	MICROBIOLOGÍA Y FISICOQUÍMICA.....	29
G.	ANÁLISIS PROXIMAL.....	31
H.	ELABORACIÓN DE ETIQUETA NUTRICIONAL.....	31
I.	SELECCIÓN DE EMPAQUE.....	32
1.	<i>Identificación de factores críticos del producto</i>	32
2.	<i>Primario</i>	32
J.	ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.....	32
1.	<i>Método de cinética de reacción acelerado</i>	32
2.	<i>Condiciones del estudio</i>	32
3.	<i>Método de Arrhenius</i>	32
K.	FICHA TÉCNICA.....	34
L.	ETIQUETADO GENERAL.....	35
M.	DEFINIR EL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	35
1.	<i>Diagrama de proceso</i>	35
2.	<i>Alternativas de equipos que se pueden usar en cada proceso</i>	35
N.	COSTEO UNITARIO DEL PRODUCTO.....	35
VII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	37

A.	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SNACK A FORMULAR.....	37
1.	<i>Tipo de snack</i>	37
2.	<i>QFD</i>	39
B.	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	40
C.	VALIDACIÓN TÉCNICA PRELIMINAR	41
1.	<i>Panel sensorial</i>	41
2.	<i>Análisis microbiológicos</i>	46
3.	<i>Análisis fisicoquímicos</i>	47
4.	<i>Análisis proximal</i>	49
D.	ETIQUETA NUTRICIONAL	51
E.	EMPAQUE.....	52
F.	ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.....	52
1.	<i>Evaluación sensorial</i>	52
2.	<i>Evaluación del contenido de humedad</i>	55
3.	<i>Evaluación del índice de peróxidos</i>	56
4.	<i>Estimación de vida útil</i>	57
G.	FICHA TÉCNICA	58
H.	ETIQUETADO GENERAL	60
I.	DIAGRAMA DE INGENIERÍA	62
J.	PROPUESTA DE EQUIPOS PARA EL PROCESO PRODUCTIVO.....	63
K.	COSTEO PRIMO	64
VIII.	CONCLUSIONES	65
IX.	RECOMENDACIONES	67
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	69

XI. ANEXOS..... 73
XII. GLOSARIO..... 101

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Criterios microbiológicos para la vigilancia	30
Cuadro 2. Calificación verbal y numérica de la calidad en cuanto a crocancia del <i>snack</i> .34	
Cuadro 3. Calificación verbal y numérica de la calidad en cuanto a sabor y aroma del <i>snack</i>	34
Cuadro 4. Análisis sensorial respecto a la intensidad del saborizante en la muestra.....	43
Cuadro 5. Análisis microbiológico de <i>Salmonella spp</i> en nachos de gallina	46
Cuadro 6. Análisis microbiológico de <i>E. Coli</i> en nachos de gallina.....	47
Cuadro 7. Análisis microbiológico de recuento de aerobios totales en nachos de gallina	47
Cuadro 8. Análisis fisicoquímico de la actividad de agua de los nachos de gallina.....	47
Cuadro 9. Estadística descriptiva de humedad de los nachos de gallina	48
Cuadro 10. Estadística descriptiva del análisis de dureza de los nachos de gallina	48
Cuadro 11. Análisis del índice de peróxidos de los nachos de gallina	49
Cuadro 12. Estadística descriptiva del análisis de proteína de los nachos de gallina.....	49
Cuadro 13. Estadística descriptiva del análisis de grasa de los nachos de gallina.....	50
Cuadro 14. Estadística descriptiva del análisis de sodio en los nachos de gallina	50
Cuadro 16. Análisis del duplicado del índice de peróxidos de los nachos de gallina para la determinación de su vida útil	56
Cuadro 17. Vida útil del producto con base en el análisis del índice de peróxidos.....	57
Cuadro 18. Etiqueta general cumpliendo los requerimientos por el RTCA	60
Cuadro 19. Propuesta de maquinaria para cada etapa del proceso productivo de los nachos de gallina.....	63
Cuadro 20. Costeo del producto nachos de gallina.....	64

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de <i>snacks</i> por región mundial.....	7
Figura 2. La casa de la calidad.....	17
Figura 3. Componente del cuarto de planeación estratégica.....	18
Figura 4. La Voz del Consumidor, la Voz de la Empresa, el techo de la Correlación Técnica y el cuarto de Relaciones.....	18
Figura 5. Componentes del cuarto de prioridades técnicas.....	19
Figura 6. La rueda de los 7 desperdicios.....	21
Ecuación 6. Cálculo del índice de peróxidos basado en el método AOAC.....	33
Figura 7. Gráfico de frecuencia de consumo de nachos a partir del estudio de mercado..	37
Figura 8. Gráfico de frecuencia de consumo de chicharrones a partir del estudio de mercado.....	38
Figura 9. Matriz de casa de la calidad para la formulación de nachos de gallina.....	39
Figura 10. Diagrama del proceso de producción de nachos de gallina.....	40
Figura 11. Diagrama de caja y bigotes del atributo aceptación general en función de la muestra.....	42
Figura 12. Diagrama de caja y bigotes del atributo apariencia en función de la muestra .	43
Figura 13. Diagrama de caja y bigotes del atributo aroma en función de la muestra.....	44
Figura 14. Diagrama de caja y bigotes del atributo sabor a gallina en función de la muestra.....	45
Figura 15. Diagrama de caja y bigotes del atributo textura en función de la muestra.....	46
Figura 16. Etiqueta nutricional de los nachos de gallina	51
Figura 17. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según la crocancia	52

Figura 18. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según el sabor	53
Figura 19. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según el aroma.....	54
Figura 20. Análisis de humedad durante el estudio de vida útil	55
Figura 21. Gráfico de velocidad de reacción en función de $1/T$ para la determinación de la vida útil por el método de Arrhenius.....	57
Figura 22. Ficha técnica del producto nachos de gallina	58
Figura 23. Diagrama de ingeniería del proceso productivo de los nachos de gallina.....	62

LISTADO DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación de Arrhenius	22
Ecuación 2. Determinación de humedad por el método de AOAC	30
Ecuación 3. Determinación de proteína por el método de Kjeldahl de AOAC	31
Ecuación 4. Determinación de grasa por el método de Soxhlet de AOAC	31
Ecuación 5. Determinación de sodio por el método de espectrofotometría de llamas	31

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de requisitos de industria	73
Anexo 2. Lluvia de ideas.....	73
Anexo 3. Características fisicoquímicas de la competencia	74
Anexo 4. Características sensoriales de la competencia	74
Anexo 5. Contenido de nutrientes en nachos de la competencia	75
Anexo 6. Boleta análisis sensorial	76
Anexo 7. Hoja maestra del panel sensorial en UVG.....	79
Anexo 8. Análisis de varianza de los atributos evaluados en panel sensorial preliminar mediante el uso del programa RStudio	80
Anexo 9. Datos originales del análisis de humedad de nachos de gallina	81
Anexo 10. Cálculo para la determinación de la humedad por el método AOAC	82
Anexo 11. Resultados de la medición de la dureza de los nachos de gallina.....	82
Anexo 12. Datos originales del duplicado del análisis del índice de peróxidos de los nachos.....	85
Anexo 13. Cálculo para la determinación del índice de peróxidos por el método.....	85
Anexo 14. Datos originales del triplicado del análisis de proteína	85
Anexo 15. Cálculo para la determinación del contenido de proteína por el método de Kjeldahl	85
Anexo 16. Datos originales del triplicado del análisis de grasa de los nachos de gallina por el método de Soxhlet.....	85
Anexo 17. Cálculo para la determinación del contenido de grasa por el método de Soxhlet	86
Anexo 18. Datos originales para la determinación de cenizas.....	86

Anexo 19. Determinación de cenizas en los nachos de gallina	87
Anexo 20. Contenido de cenizas de los nachos de gallina	87
Anexo 21. Datos de las concentraciones de las soluciones de sodio	87
Anexo 22. Datos para la generación de la curva de calibración de sodio.....	87
Anexo 23. Análisis de la humedad de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil	88
Anexo 24. Curva de calibración sodio	88
Anexo 25. Datos de alícuotas del triplicado usado para la determinación de sodio	89
Anexo 26. Concentración de sodio presente en las muestras evaluadas de la dilución del balón 3.....	89
Anexo 27. Determinación de la concentración de sodio en reversa de los balones.....	89
Anexo 28. Determinación de contenido de sodio en la muestra.....	89
Anexo 29. Especificaciones del material de empaque seleccionado	90
Anexo 30. Datos originales del análisis de peróxidos de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil	91
Anexo 31. Volumen de tiosulfato de sodio 0.1 N usado como titulante de los blancos usados para la determinación del índice de peróxidos durante el estudio de vida útil	92
Anexo 32. Boleta de evaluación sensorial de nachos de gallina durante el estudio de vida útil	92
Anexo 33. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 25°C de almacenamiento en el estudio de vida útil	94
Anexo 34. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 36°C de almacenamiento en el estudio de vida útil	94
Anexo 35. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 43°C de almacenamiento en el estudio de vida útil	95

Anexo 36. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 25°C.....	95
Anexo 37. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 36°C.....	96
Anexo 38. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 43°C.....	96
Anexo 39. Datos usados para la determinación de vida útil de los nachos de gallina	97
Anexo 40. Cálculo para determinar la constante K.....	97
Anexo 41. Cálculo para determinar la vida útil de los nachos de gallina a 25°C	97
Anexo 42. Proceso de fritura de nachos de gallina	97
Anexo 43. Nachos de gallina saborizados con barbacoa	98
Anexo 44. Análisis de determinación de proteína cruda.....	98
Anexo 45. Análisis de determinación de sodio por espectrofotometría de llama.....	99
Anexo 46. Análisis de determinación de dureza por medio de texturómetro	99
Anexo 47. Análisis de determinación de índice de peróxidos	100

RESUMEN

El presente trabajo evidencia la formulación y elaboración de un *snack* a base de gallina con la finalidad de aprovechar las gallinas de descarte en una industria avícola guatemalteca. Para la elaboración del producto, se desarrolló la formulación y el proceso productivo. El desarrollo de la formulación consistió en la realización de pruebas con diferentes ingredientes y condiciones de proceso, hasta obtener la formulación con las características organolépticas y fisicoquímicas deseadas. Se validó el producto y el proceso mediante análisis sensorial y proximal. Asimismo, se determinaron características fisicoquímicas, aunque no existe una normativa o reglamento de *snacks* que establezca los requerimientos fisicoquímicos. Se verificó que el producto cumpliera con los parámetros microbiológicos establecidos por el RTCA. Se buscó estimar la vida útil del producto y definir costos primos del producto. La formulación final consistió en un nacho a base de carne de gallina sabor original y sabor barbacoa, el cual presentó características fisicoquímicas como actividad de agua de 0.372, contenido de humedad de 2.70%, 9.65 N de dureza y 4.96 mEq/kg como índice de peróxidos. El producto cumple con los requerimientos de los microorganismos *Salmonella spp* y *Escherichia Coli* según el RTCA, pues los resultados se encuentran dentro del límite establecido. Mediante un análisis proximal se determinaron ciertos nutrientes para realizar la tabla nutricional, donde se obtuvo un 17.95% de proteína, 19.19% de grasa y 1.63% de sodio. A partir del método acelerado de cinética de reacciones de Arrhenius se determinó que el producto tiene una vida útil de 30 meses, con base en la evaluación de la variable crítica de deterioro rancidez oxidativa. Finalmente, se llevó a cabo un análisis de costos preliminar tomando en cuenta la materia prima y el empaque PET/BOPP Metalizado/LDPE, donde se determinó que, para los nachos de gallina originales en presentación de 45 y 400 gramos, el costo es de Q. 2.32 y Q. 17.91 respectivamente. Para los nachos de gallina saborizados con barbacoa en presentación de 45 y 400 gramos, el costo primo es de Q. 2.54 y Q. 20.15 respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la propuesta del uso de gallinas de descarte para la elaboración de un *snack*. Para lograr este objetivo se desarrolló la formulación y el proceso productivo de un nacho a base de carne de gallina. Se realizaron diferentes formulaciones y se llevó a cabo una validación técnica preliminar tanto del producto como del proceso productivo mediante un análisis sensorial y un análisis proximal de proteína, grasa y sodio basado en la metodología AOAC. Se buscó realizar análisis microbiológico para verificar que el producto cumpliera con lo establecido en el RTCA y garantizar la inocuidad del producto. Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos tales como actividad de agua, humedad, dureza e índice de peróxidos para determinar la calidad del producto. También se estimó la vida útil del producto por el método acelerado de Arrhenius por medio de la evaluación del índice de peróxidos del producto. Se buscó calcular el costo primo del producto tomando en cuenta materia prima y material de empaque.

La validación consistió en un análisis sensorial de prueba de aceptación y prueba “tal como me gusta” para evaluar la aceptación de distintos atributos en el nacho de gallina original y el nacho de gallina saborizado con barbacoa, en un grupo de cien personas. Al obtener la formulación final, se realizó el análisis proximal de dicho producto para elaborar la etiqueta nutricional y análisis fisicoquímicos para elaborar la ficha técnica. Se evaluó la presencia de *Salmonella Spp* y *Escherichia Coli*, y el recuento de aerobios totales en el producto. Se identificó a la rancidez oxidativa como la variable crítica del producto, por lo que para el estudio de vida útil se evaluó el índice de peróxidos a lo largo de seis semanas a tres temperaturas, 25°C, 36°C y 43°C.

El análisis sensorial determinó que el nacho de gallina saborizado con barbacoa tiene mayor aceptación que el original. Los análisis proximales y fisicoquímicos del producto presentan similitudes a las características de la competencia. El contenido de proteína en el nacho de gallina se denomina “fuente de proteína”, pues cumple con las condiciones para dicha declaración por el RTCA. El contenido de proteína representa más del doble del contenido de proteína en nachos de la competencia. Se estimó treinta meses de vida útil del producto evaluando el índice de peróxidos, mediante una simulación comercial del producto empacado en una bolsa trilaminada PET/BOPP Metalizado/LDPE, el cual es un empaque que cuenta con barreras e impermeabilidad a la humedad y al oxígeno para mantener al producto libre de contaminantes. Tomando en cuenta la materia prima y empaque, se determinó que, para los nachos de gallina originales en presentación de 45 y 400 gramos, el costo es de Q. 2.32 y Q. 17.91 respectivamente. Para los nachos de gallina saborizados

con barbacoa en presentación de 45 y 400 gramos, el costo primo es de Q. 2.54 y Q. 20.15 respectivamente.

II. ANTECEDENTES

A. Malnutrición

Según la OMS (2021), la palabra malnutrición consiste en las carencias, excesos y desequilibrios de la ingesta calórica y de nutrientes. La desnutrición se refiere a un déficit alimentario, siendo esta un tipo de malnutrición. La malnutrición abarca tres grupos de afecciones: El primero es la desnutrición que incluye la emaciación, retraso de crecimiento y la insuficiencia ponderal. El segundo es la malnutrición relacionada con micronutrientes, que conlleva las carencias o excesos de vitaminas o minerales. Y por último el sobrepeso, la obesidad y enfermedades no transmisibles que se relacionan con la alimentación tales como la diabetes, cardiopatías. La emaciación se refiere al peso insuficiente en función de la talla y la insuficiencia ponderal es el peso insuficiente para la edad de la persona.

En un estudio de malnutrición realizado por la OMS en el 2021, se determinó que 1900 millones de la población adulta presenta sobrepeso y 462 millones de personas presentan insuficiencia ponderal. Aproximadamente el 45% de las muertes infantiles se deben a desnutriciones y generalmente estos casos se reportan de países de ingresos bajos o medianos, donde aumenta actualmente el sobrepeso y obesidad en niños.

Todos los países a nivel mundial se encuentran afectados por algún tipo de malnutrición. Generalmente son las mujeres, lactantes, adolescentes y niños los que se encuentran expuestos a la malnutrición. La pobreza potencia el riesgo de sufrir uno o varios tipos de malnutrición y sus consecuencias. La malnutrición incrementa los costos de atención a la salud, reduce la productividad y frena el crecimiento en la economía, lo que puede incrementar el ciclo de pobreza y una inadecuada salud en la población (OMS, 2021).

B. Malnutrición en Guatemala

En octubre del 2015, Proyecto Fanta indicó que Guatemala ocupa el sexto lugar en desnutrición crónica a nivel global, presentando así también la mayor prevalencia en América. La malnutrición en Guatemala consiste en el bajo peso, desnutrición crónica, sobrepeso, desnutrición aguda, anemia, deficiencia de yodo y bajo peso en el nacimiento, siendo este último menor a 2.5 kg. El 45% de las muertes infantiles en Guatemala se deben a la malnutrición de los niños. La población infantil que tiene malnutrición tiende a morir y padecer de diarrea y neumonía a edad temprana, y padecer de enfermedades cardiovasculares en edad adulta. La malnutrición en los niños les afecta en su capacidad cognitiva, desarrollo conductual y motriz, desempeño académico, desarrollo de lenguaje,

brindándoles retardo en el crecimiento, al caminar, hablar y sentarse. Ellos son más susceptibles a dejar de estudiar debido a su estado nutricional bajo (Fischer, 2015).

Se reporta que Guatemala va en incremento respecto a la obesidad y sobrepeso en los adultos, provocando diabetes y enfermedades cardiovasculares. La población más afectada respecto a la malnutrición dentro del país son los niños y mujeres que viven en áreas rurales y remotas, donde los niveles de desnutrición son más elevados, ya que no tienen acceso a servicios de nutrición por pobreza (Fischer, 2015).

Según el MSPAS (2012), en Guatemala, el maíz es el alimento principal que aporta energía, proteína, grasa, carbohidratos, calcio y hierro, el cual cubre el 60% del aporte calórico en las familias extremadamente pobres. Los países de primer mundo generalmente consumen altos contenidos de proteínas, grasas de origen animal, azúcares simples, carbohidratos procesados, y bajo consumo de carnes magras, carbohidratos complejos y fibra. Es por esto que estos países industrializados presentan problemas de obesidad por la falta de fibra y consumo excesivo de azúcares simples y grasas animales. Por otro lado, los países en vías de desarrollo como lo es Guatemala presentan obesidad en su población debido a que esta tiene deficiencias en micronutrientes, carencia del consumo de proteínas completas, es decir que cuentan con todos los aminoácidos esenciales, y bajo consumo de carnes. A este comportamiento se le llama “Obesidad en la Pobreza” (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2012).

De acuerdo con los datos estadísticos de la Secretaría de Seguridad Alimentaria Nutricional (SESAN), en el 2021 se incrementó un 96.15% de las muertes de niños menores a 5 años debido a la desnutrición crónica. La mayoría de los niños fallecidos por dicha enfermedad se documentaron en el departamento de Alta Verapaz. De este estudio se concluyó que uno de cada dos niños en Guatemala sufre de algún tipo de desnutrición (EFE, 2021).

C. Industria avícola

La agroindustria avícola ha tenido éxito desde 1960 a la actualidad, pues ha tenido despegue por alcanzar los niveles de tecnificación. Mediante un estudio, se observó que de 1967 a 1997 el consumo de carne al año en Latinoamérica fue de 33 a 53 kg por habitante, por lo que se determinó que para el año 2020 se tendría un consumo de carne en esta misma región de 64 kg por habitante. La Asociación de Productores de Huevo de Guatemala (APHG) estimó en el 2005 que existen 6.5 millones de gallinas ponedoras en granjas tecnificadas de Guatemala, con un reemplazo del 33% al año, es decir se descartan aproximadamente 1.7 millones de gallinas anualmente. Estas gallinas descartadas tienen un peso promedio de 1.5 kilogramos, lo que quiere decir que se descartan 2.55 millones de kilogramos al año (Solórzano, 2006). La manera de comercializar a las gallinas ponedoras es vendiéndolas a intermediarios mayoristas en las granjas avícolas, los que también suelen distribuir estas aves en mercados y mataderos artesanales para su posterior comercialización en canal (Solórzano, 2006).

Solórzano (2006) menciona en su trabajo, que las industrias avícolas y productores de huevo deben tener otras alternativas de mercado con respecto a las gallinas de descarte aparte de su comercialización con intermediarios, debido a que la carne de gallina fue aceptada por el consumidor.

D. Industria avícola en Guatemala

Actualmente en Guatemala, existe una industria avícola, la cual se dedica a la cría de aves gallinas, y la producción y comercialización de huevos y ovoproductos a partir de gallinas. Esta empresa usualmente comercializa las gallinas ponedoras luego de que estas dejan de ser productivas. Las gallinas se venden a personas de diferentes lugares que visitan la granja, lo cual puede introducir riesgo de bioseguridad a la industria avícola, pues fácilmente se puede ingresar algún contaminante por medio de las visitas. Esta misma granja espera crecer sustancialmente en su producción de gallinas en los próximos tres años, por lo que no cuentan con la certeza de poder comercializar de la misma manera las gallinas ponedoras que dejan de ser productivas a un tiempo específico. Dicha empresa está buscando encontrar una manera de poder aprovechar el contenido de las gallinas y producir un alimento que se pueda masificar en el país, con el fin de cumplir una economía circular sin desperdiciar oportunidad de producto.

E. Economía circular

A partir de la Revolución Industrial, la productividad del sector privado y la calidad de vida de la población mundial se ha potenciado, lo que se relaciona con la explotación de recursos renovables y no renovables, amenazando así la sostenibilidad de ecosistemas naturales y la población humana. Desde el 2007 aproximadamente, el consumo de materias y servicios se ha incrementado y eso ha ido comprometiendo de manera gradual la capacidad del planeta debido a la baja disponibilidad de recursos y cómo esto afecta al medio ambiente. Esta sobreexplotación de la naturaleza comenzó a influir en el desarrollo económico y social, evidenciado por las tierras que dejaron de producir o las comunidades que comenzaban a enfermarse debido a las contaminaciones generadas (Prieto et al., 2017).

Según Prieto et al. (2017), en 1987 se definió el desarrollo sostenible como “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades”.

Mebratu tuvo una postura de que la sostenibilidad económica depende de la social, estas dos dependen de la ambiental, y cualquier tema ambiental influye en lo social y económico, ya que en la década de los años 90 se entendía que la sostenibilidad se relacionaba con los aspectos económicos, sociales y ambientales. En el año 2003, Lozano propuso un sistema de sostenibilidad donde integra de manera continua las tres dimensiones (económica, social y ambiental) agregando otra dimensión, el tiempo. Esto se debe a que buscaba explicar que la sostenibilidad puede impactar ya sea a corto, mediano o largo plazo. Dado esto, es importante buscar un modelo productivo que disminuya la presión del medio ambiente y a la vez pueda incrementar el desarrollo económico y social (Prieto et al., 2017).

La economía circular ha sido presentada como recurso para frenar el modelo lineal de producción y consumo que existe en la actualidad. Este modelo ofrece la idea de cerrar ciclos de energía y materia para aprovechar al máximo los recursos ya disponibles, en lugar de potenciar su explotación y generar más daños ambientales. La economía circular fomenta el flujo cíclico para cinco campos de acción, los cuales son extraer, transformar,

distribuir, usar y recuperar la materia prima y energía de productos y servicios disponibles en el mercado. El campo “extraer” se refiere a la manera en que las industrias utilizan eficaz y responsablemente su materia prima, recursos biológicos y técnicos, cumpliendo con los criterios del medio ambiente para que impacten lo menos posible en la naturaleza. “Transformar” se refiere a la elección del proceso más sostenible posible y tecnológico para la fabricación de cualquier producto o servicio. La “distribución” es encontrar la manera más eficiente de entregar el producto o servicio al cliente mediante optimización de embalaje y rutas, con el fin de reducir la influencia en lo ambiental. “Usar” significa la disminución de la energía invertida en la utilización del producto/servicio o su eficiencia, la cual puede ser impulsada por medio de la reutilización del producto o la reparación. Y por último, “recuperar” se refiere a que el producto o servicio puede ser devuelto a la biosfera como recurso biológico, o como recurso técnico puede regresar y ser recirculado en un procesamiento industrial (Prieto et al., 2017).

La economía circular busca facilitar el desarrollo sostenible mediante la prevención de la contaminación, mejora en el medio ambiente y desarrollo económico. Este se basa en las 3 Rs, las cuales son reducir, reusar y reciclar, que se implementa en empresas con respecto a la vida de los productos o servicios y sus estrategias de diseño sostenible. Estas estrategias facilitan que tanto productos como servicios tengan la posibilidad de ser reintroducidos dentro de un sistema. Se han llevado a cabo varios estudios que analizan la economía circular en empresas para mejorar la sostenibilidad económica a largo plazo tomando en cuenta la ambiental (Prieto et al., 2017).

F. Carne de gallina

Las aves de corral tales como la gallina aportan significativamente en la seguridad alimentaria de poblaciones de escasos recursos en países en vías de desarrollo. Las aves que más se usan para satisfacer la alimentación en estas poblaciones son las gallinas y guajolotes, aunque debido al alto crecimiento de la población humana, existe un déficit en alimentos proteicos de origen animal (Camas et al., 2020).

G. *Snacks* en Guatemala

La industria de los *snacks* está creciendo exponencialmente debido a que las personas los demandan para ingerirlos entre comidas y en reuniones sociales. Los *snacks* más reconocidos son los que están hechos a base de harina de trigo o maíz, por lo que son alimentos con elevados contenidos de grasas saturadas, carbohidratos y sodio, excluyendo los nutrientes que aportan valor en el ser humano. Debido al alto consumo de estos alimentos por todo el mundo, se ha provocado el aumento de problemas de obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares. Según Aguilar et al. (2019), el mercado de *snacks* ha evolucionado de manera más rápida en Latinoamérica y Norteamérica que en cualquier otra región.

Figura 1. Evolución de *snacks* por región mundial

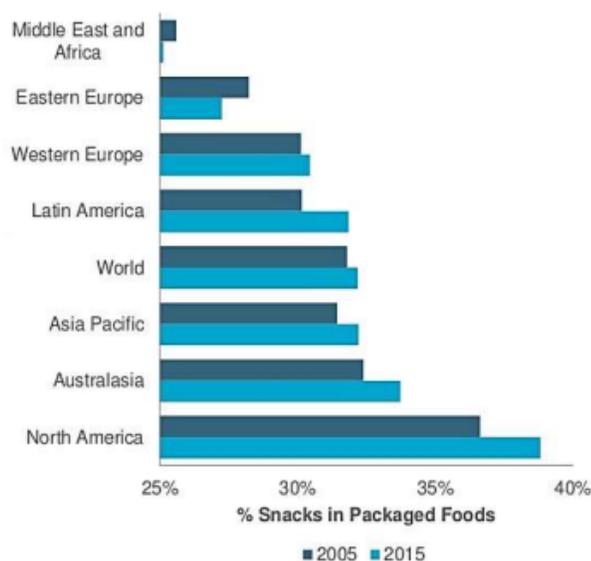


Figura 3. Penetración de snacks por región.
Fuente: Euromonitor International, 2016.

Fuente: Aguilar et al. (2019).

Según Escobar (2021), cada día son más las personas que buscan consumir alimentos procesados fuera de casa. En el 2009 se llevó a cabo una encuesta mundial de la salud escolar, donde se detalló que el 29.4% de los niños contestó que consumen al menos una vez al día frituras y el 19.7% reportó que consume de dos a tres veces al día. El consumo de “*snacks*” fritos o frituras en Guatemala aumentó un 17% del 2002 al 2007, siendo los productos más comunes las frituras a base de papa, maíz y maní.

Estos *snacks* son muy populares en Guatemala, pero cabe destacar que son productos con calorías vacías, aportan energía por la cantidad de carbohidratos, pero no tienen aportes nutricionales, presentan baja o nula cantidad de proteína, y no contienen vitaminas ni minerales. La FDA recomienda el incremento del consumo de proteínas y fibra, y la disminución del consumo de grasas (Escobar, 2021).

Los *snacks* que se encuentran en puntos de venta como tiendas de barrio y abarroterías, son muy consumidos por la población con un poder adquisitivo bajo. Estos *snacks* salados generalmente se encuentran hechos a base de carbohidratos (cereales), los cuales representan la fuente más importante de energía para el organismo humano. En estos productos industrializados se muestra un contenido elevado de sodio como ingrediente o aditivo.

Por otro lado, la revista *Perspectiva* (2017) compartió una sección llamada “Los nuevos *snacks* naturales ya están en Guatemala”, la cual habla sobre la marca comercial Naú de la empresa Alimentos, S.A. y cómo esta responde a la tendencia creciente del consumo de alimentos naturales. Este producto consiste en una combinación de nueces y semillas, las cuales aportan energía y proteínas. Estos *snacks* saludables se encuentran disponibles en tiendas de barrio y en cadenas de supermercados guatemaltecos.

H. *Snacks* cárnicos

Según Sanz et al. (n.d.), los *snacks* han ido evolucionando debido a que las tendencias alimenticias a lo largo del mundo llevan a los consumidores a demandar alimentos más prácticos de consumo, para poder comer entre horas, que sean saludables, altos en proteína, bajos en carbohidratos, sin grasas trans, entre otros. El alimento tipo *snack* tiene la facilidad de satisfacer los antojos impulsivos de los consumidores y también busca darles un momento de placer.

Es por esto, que muchas industrias cárnicas en el mundo están comenzando a interesarse en implementar *snacks* cárnicos porque cuentan con la demanda y es una idea que logra agregar valor a su industria. En 2016, se presentó un estudio que indica que las ventas globales de *snacks* superaban los 374,000 millones de dólares al año entre Europa y Norteamérica.

El artículo *Packaged facts, sweet baked goods: US Market Trends* publicó en el 2015 que los estadounidenses buscaban productos más saludables, lo que posiblemente potenció las nuevas tendencias alimenticias en el mundo. Este mismo artículo indicó que Estados Unidos se estaba transformando en un país donde dos tercios de los adultos consumen un *snack* entre horas, siendo los jóvenes quienes comienzan a reemplazar tiempos de comida por *snacks* (Sanz et al., n.d.).

En el 2014, los *snacks* salados presentaron una primera posición en el mercado de Norteamérica y la tercera posición en el mercado de Europa, según indica la publicación *The Nielsen Company: What consumers are reaching for around the world*. En Estados Unidos, el tercer *snack* salado más consumido es el *snack* cárnico. Según *Innova Market Insights* (2015), la región norteamericana destaca en el mercado global de los *snacks* cárnicos, siendo el tipo jerky el principal (Sanz et al., n.d.).

Europa es una región más tradicionalista que la región norteamericana, por lo que esta primera mantiene muy bajo desarrollo en el mercado de *snacks* cárnicos. En Centroamérica, principalmente en Guatemala, de igual manera existe un mercado pobre de *snacks* cárnicos, pues la tendencia de estos es muy lenta o escasa en estos países (Sanz et al., n.d.).

El incremento del mercado con respecto a los *snacks* cárnicos nace de la tendencia alimenticia donde el consumidor prefiere productos más saludables, bajos en carbohidratos y tomar en cuenta la fuente de proteína como esencial. Dado esto, los *snacks* cárnicos son productos de valor agregado y considerados productos saludables, pues contienen energía, aminoácidos esenciales, hierro, vitaminas, tiene proteínas con valor biológico alto y no cuenta con calorías vacías (Sanz et al., n.d.).

III. JUSTIFICACIÓN

La malnutrición en el país se da principalmente por la carencia de consumo de proteínas completas o de origen animal, y deficiencia en vitaminas y minerales. Los problemas infantiles tales como el retraso de crecimiento, daño cerebral, retraso en el desarrollo cognitivo, riesgo de sobrepeso y obesidad en adultos se deben a una malnutrición. Según la OMS (2021) la malnutrición se refiere a las carencias, excesos y desequilibrios de la ingesta calórica y de nutrientes, mientras que la desnutrición se refiere a un déficit alimentario, siendo esta un tipo de malnutrición.

Aproximadamente 1.7 millones de gallinas ponedoras son descartadas al año en industrias avícolas guatemaltecas, y se producen anualmente 2.55 millones de kilogramos de carne de gallina, la cual no es aprovechada y es descartada de diferentes maneras.

En Guatemala, existe una industria avícola que se dedica a la cría de aves gallinas, y la producción y comercialización de huevos y ovoproductos a partir de gallinas. Generalmente se descartan alrededor de 15,000 gallinas ponedoras por semana luego de que estas colocan sus huevos y dejan de ser productivas. La empresa usualmente las comercializa a personas de diferentes lugares que visitan la granja, lo cual es un riesgo de bioseguridad hacia la esta porque fácilmente se puede ingresar algún contaminante por medio de las visitas, afectando así la salud de estas gallinas y por ende poniendo en desventaja a la industria avícola. Esta misma granja espera crecer sustancialmente en su producción de gallinas en los próximos tres años, por lo que no cuentan con la certeza de poder comercializar de la misma manera las gallinas ponedoras que dejan de ser productivas.

Generalmente los *snacks* comercializados en Guatemala están hechos a base de algún tipo de carbohidrato, son bajos en proteína, altos en sodio y por ende cuentan con calorías vacías. Este tipo de alimentos es muy consumido por la población guatemalteca.

Este trabajo presenta el desarrollo de la formulación y requisitos operativos para la producción de un alimento tipo *snack* alto en contenido proteico a base de gallina para su aprovechamiento, evitando su descarte en una industria avícola guatemalteca.

La importancia de este trabajo radica en el ofrecimiento al mercado de un *snack* que aporte valor nutricional significativo al consumidor y que pueda ser utilizado para sustituir los *snacks* con calorías vacías, bajos en proteína y altos en grasa y sodio.

Este producto no servirá solamente para la implementación de economía circular en la industria avícola mediante el aprovechamiento de la materia de las gallinas ponedoras destinadas al descarte, sino también tiene el fin de brindar nutrición con niveles de proteína

más altos que otros *snacks* consumidos en Guatemala, y con carencia de macro y micronutrientes, con el fin de aportar a la reducción de la malnutrición en todos los niveles socioeconómicos del país.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general:

- Desarrollar la formulación y requisitos operativos de la producción de un *snack* utilizando gallinas de descarte en una industria avícola guatemalteca.

B. Objetivos específicos:

- Desarrollar la formulación de un producto tipo *snack* a partir del uso de gallina de descarte basado en los requisitos del mercado objetivo aplicando las buenas prácticas de manufactura y cumpliendo con la legislación alimentaria guatemalteca.
- Estandarizar, y realizar la validación técnica del producto y su proceso de elaboración para su futura implementación en una industria avícola guatemalteca.
- Realizar un análisis de costos del procesamiento de un *snack* a base de gallina a partir de la formulación y su proceso estandarizado.
- Estimar la vida útil del producto utilizando métodos de cinética de reacciones.

V. MARCO TEÓRICO

A. Información de la gallina

Las gallinas pertenecen a la familia *Phasianidae*, en la cual existen más de 200 razas. La gallina es la hembra adulta del gallo, que es más pequeña en tamaño que este último. Las gallinas son sacrificadas luego de que su edad reproductiva acabe. La carne de la gallina es fibrosa, dura, grasa y de sabor intenso, y usualmente es utilizada para cocinar sopas y caldos. Se sabe que la gallina no es tan consumida como el pollo, pero en España se consumen diversos platillos de gallina, incluyendo recetas con las patas o crestas de las gallinas (Valero et al., 2018).

En el grupo de las gallinas existe la pularda, que es la gallina castrada y sobrealimentada que pesa aproximadamente 2 kilogramos, y ronda por los 8 meses de edad. La carne de esta hembra es tierna, firme y blanca. Esta se consume también en platillos específicos. La carne de gallina se encuentra disponible durante todo el año. Según Valero et al. (2018), la porción comestible de una gallina entera es del 70%. La carne de este animal es fuente de proteínas de alto valor biológico, niacina, colesterol, fósforo y hierro.

La gallina se compone de agua en un 70% aproximadamente. Tiene contenido proteico con alto valor biológico por la presencia de aminoácidos esenciales. La mayoría de grasa contenida en la gallina es monoinsaturada constituida por ácido oleico, seguida de la grasa saturada constituida por el ácido palmítico. Las gallinas presentan alta biodisponibilidad de hierro, zinc, fósforo y potasio (Garzón & Mesías, 2019).

Una de las características más importantes al distinguir la carne de gallina de la de vacuno o porcino es que esta primera contiene aproximadamente el doble de colesterol que la carne de los otros dos. La carne de gallina no contiene carbohidratos, pues cuando el animal está vivo estos carbohidratos se encuentran en forma de glucógeno y se destruye en la etapa post-mortem. Las principales vitaminas que se presentan en la gallina son las del grupo B como la niacina y la B6 (Valero et al., 2018).

Según Valero et al. (2018), de 100 gramos de porción comestible de gallina, 20 gramos representan proteína, 9.7 gramos grasas totales, 13 miligramos calcio, 1.1 miligramos hierro, 248 mg potasio, 198 g fósforo, 10.4 mg niacina y 0.3 mg vitamina B6.

B. Edad productiva de las gallinas

La pelecha natural consiste en la pérdida parcial de las plumas de las gallinas, lo cual ocurre una vez al año. Las gallinas ponedoras comerciales generalmente son genéticamente orientadas a producir alta cantidad de huevos, por lo que no empiezan a pelechar hasta

después de haber cumplido con un largo e intenso período de postura. El período de postura consiste en el tiempo que se toman las gallinas para producir huevos. La pelecha natural en gallinas productivas dura entre 6 a 15 semanas, la cual ocurre aproximadamente de 50 a 70 semanas luego de que comiencen su primer ciclo de postura. En el período de pelecha, las gallinas disminuyen su producción de huevos. El proceso de pelecha se puede acortar mediante un programa de pelecha forzada, en el que las gallinas pierden algunas plumas rápidamente, dejan de poner huevos por 3 a 5 días y luego de comenzar a sacar plumas de nuevo, reinician la producción de huevos de manera rápida. Una de las maneras de pelecha forzada es el estrés o tensión fisiológica (Capella, n.d.).

La duración del período productivo de las gallinas ponedoras y las posibilidades para alargar este tiempo mediante pelecha forzada depende de muchos factores como la mejor época de comercialización de gallina. Generalmente, descartando la pelecha, el período de explotación de las gallinas se encuentra entre las 51 y 65 semanas de producción, entre las 80 y 90 semanas de edad. La gallina de descarte es considerada a la gallina que terminó de poner huevos o su período de postura, lo cual ocurre entre las 80 y 110 semanas de edad. No existe una edad fija para la finalización de postura de gallinas, pero depende de distintos factores como lo es la pelecha forzada para alargar el ciclo de postura a 100-110 semanas de edad, el reemplazo programado de aves que induce a sacar a las gallinas que están en producción, la economía porque la gallina vieja es menos productiva, la fragilidad en la cáscara del huevo de una gallina vieja produce rupturas en la recolección del huevo, la alta mortalidad, y las épocas de fiestas en Guatemala permiten una mayor demanda de gallinas de descarte a final de año (Solórzano, 2006).

C. Proteínas

Las proteínas están compuestas por muchos aminoácidos, los cuales se enlazan entre sí para la formación de cadenas largas. Estos aminoácidos forman una secuencia y esta determina la estructura para cada proteína y su función. Existen 20 aminoácidos distintos que al combinarse forman diferentes proteínas, y estos se dividen en esenciales y no esenciales. Los aminoácidos esenciales son 9 y son aquellos que se requieren para el buen funcionamiento del organismo, aunque este no los produce, por lo que se necesita obtenerlos de los alimentos. Los aminoácidos no esenciales son 11 y son aquellos que el cuerpo los puede producir a partir de los aminoácidos esenciales o por desintegración de las proteínas del organismo (FDA, 2020).

Las proteínas aportan energía al cuerpo representado por 4 calorías. Estas macromoléculas ayudan al cuerpo a construir y reparar células y tejido corporal, y se encuentran en cada una de las células del cuerpo humano. Las proteínas se requieren para el desarrollo y crecimiento durante la infancia, adolescencia y embarazo. Aparte, forman parte importante para muchos procesos del cuerpo como lo es la coagulación sanguínea, equilibrio de fluidos, la respuesta inmunológica, la vista, desarrollo de la piel, cabello, uñas, músculos, huesos y órganos internos, y la producción de hormonas, anticuerpos y enzimas (FDA, 2020).

Las proteínas se pueden encontrar en alimentos de origen animal o vegetal. Dentro de los animales de origen animal están los lácteos, huevos, pescado y mariscos, y carnes rojas y blancas. Y de los alimentos vegetales que contienen proteína se encuentran las

legumbres, guisantes, frutos secos, semillas, productos de soja, vegetales y granos enteros (FDA, 2020).

Las proteínas se caracterizan y clasifican según la proporción de aminoácidos esenciales que tienen y sus combinaciones. Las proteínas completas son las que contienen todos los aminoácidos esenciales en las cantidades adecuadas y se pueden encontrar en los alimentos de origen animal. Las proteínas incompletas son aquellas que carecen de uno o más aminoácidos esenciales, lo que provoca la falta de equilibrio en la alimentación, y se pueden encontrar en los alimentos de origen vegetal. Por otro lado, las proteínas complementarias son dos o más fuentes de proteínas incompletas que se combinan para compensar la falta de ciertos aminoácidos de la otra. Los granos o cereales tienen bajo contenido en lisina y las legumbres tienen bajo contenido en metionina, por lo que al juntarlos se crea una proteína completa (FDA, 2020).

Según FDA (2020), el valor diario recomendado de proteínas es de 50 g, basado en una dieta diaria de 2,000 calorías. Puede que el valor diario sea mayor o menor según las necesidades calóricas de cada persona.

D. *Snacks*

El CODEX define a los *snacks* como aperitivos hechos a base de papas, cereales, harina o almidón. Los alimentos tipo *snack* no son considerados alimentos principales en tiempos de comida porque generalmente se consumen para satisfacer un antojo, hambre temporal, placer o brindar energía al cuerpo (Argueta, 2014).

E. Legislación alimentaria

Un alimento alto en proteína se refiere a que contiene el doble de los valores diarios para la fuente, según el RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años. Para este tipo de condiciones relativas al contenido de nutrientes también se puede usar las palabras “buena fuente”, “rico en” y “excelente fuente”, aparte de “alto en”.

Tanto a nivel nacional como internacional no existe una normativa o reglamento específico para *snacks* debido a que este tipo de alimentos engloban una amplia gama de alimentos e ingredientes.

F. Clasificación de productos cárnicos

Los productos cárnicos procesados se pueden clasificar en las siguientes categorías según Ballester et al. (2017):

- Crudos frescos o congelados, precocidos congelados o no congelados: Longaniza, salchicha, entre otros.
- Crudos madurados, fermentados o ambos: Chorizo, salami, entre otros.
- Cocidos: Jamón, butifarra, entre otros.
- Crudo madurado de pieza entera: Lomo crudo madurado, cecina, entre otros.

G. Tecnologías usadas para *snacks* cárnicos

López-Beyliss et al. (2021) mencionan en su trabajo que llevaron a cabo una galleta a base de una mezcla de menudillos de pollo triturados junto con harina de avena. Procesaron térmicamente las galletas por horneado a 180°C por 15 minutos. A este producto cárnico le realizaron análisis microbiológico de mesófilos aerobios para evaluar la inocuidad del alimento.

La deshidratación es un método de conservación que conlleva la reducción de un mínimo del 13% de humedad o agua en un alimento. Esta técnica consiste en someter al alimento a una corriente de aire caliente a una temperatura específica y un tiempo determinado. Este método se usa tanto para alargar la vida útil de los productos como para facilitar el almacenamiento, logística y manipulación de estos. Se usa esta aplicación en carne con el fin de reducir su porcentaje de humedad y por ende evitar el crecimiento microbiano (Ballester et al., 2017).

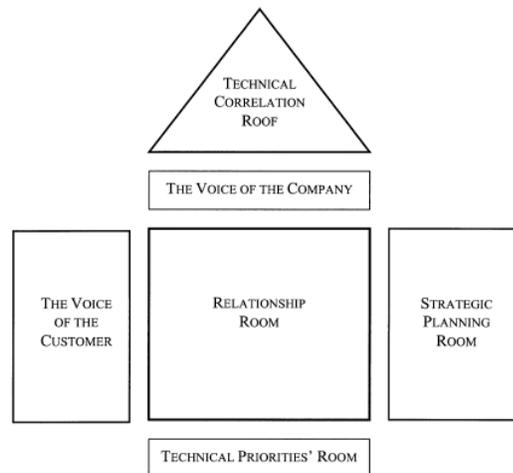
La salazón es una técnica también de conservación que usaba en la antigüedad para evitar el crecimiento microbiano, y se hace uso de una capa gruesa de sal, azúcar, nitritos y nitratos sobre la carne para realizar una deshidratación. El ahumado es el método más antiguo para conservar un alimento, el cual consiste en someter el producto a humo de la quema de maderas, dando aromas y sabores a leña. La maduración consiste en la colocación del producto al ambiente, en lugares frescos, sombreados y ventilados con el fin de que la carne pierda más de la mitad de su peso original representado por el contenido de agua, y así se incrementa la concentración de las proteínas (Ballester et al., 2017).

H. Diseño de la calidad

Para planificar, estructurar y sistematizar la mejora de la calidad de alimentos y desarrollo de nuevos productos se creó el despliegue de la función de calidad, QFD por sus siglas en inglés. Esta es una aplicación innovadora para brindar la calidad de un producto según lo demandado por el consumidor (Costa et al., 2001).

Existen dos tipos de actividades involucradas en la implementación del diseño de la calidad. El primero es el Despliegue de la Calidad del Producto que consiste en las actividades necesarias para convertir la calidad requerida por el cliente en atributos específicos del producto. Y el segundo es el Despliegue de la Función de la Calidad que consiste en las actividades necesarias para asegurar que se alcance la calidad que el cliente busca, ya puesta en el producto. La primera matriz que se lleva a cabo para el diseño de la calidad es la Matriz de Planeación de Producto o Casa de la Calidad (HOQ) por sus siglas en inglés. Esta es llamada Casa de la Calidad porque tiene forma de casa. El fin de dicha matriz es traducir los requerimientos importantes de parte del consumidor con respecto a la calidad del producto en características de control en el producto terminado (Costa et al., 2001).

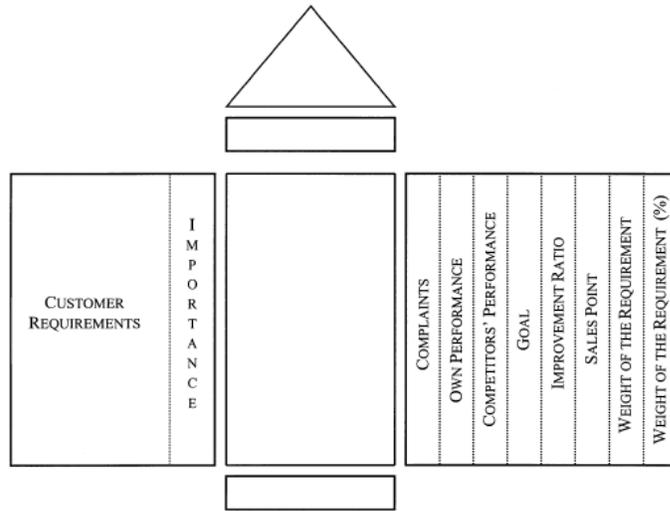
Figura 2. La casa de la calidad



Fuente: Costa et al. (2001).

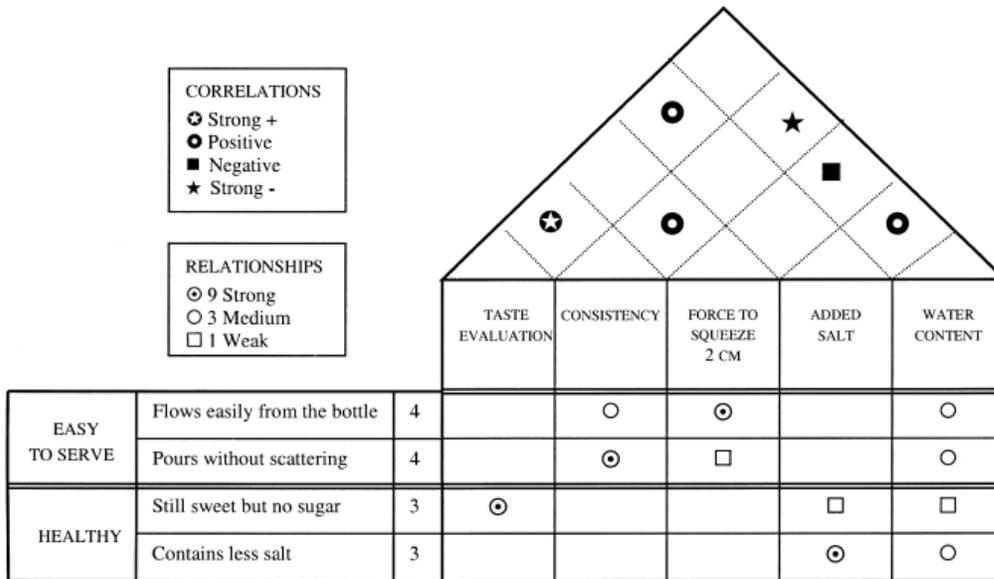
La casa de la calidad cuenta con diferentes “habitaciones”. Una de ellas es la llamada Voz del Consumidor, que consiste en una lista estructurada de requisitos del producto y sus atributos, tal y como lo describe el consumidor. La Voz del Consumidor es el paso más importante en el diseño de la calidad porque determina qué es lo que busca y necesita el consumidor, y no lo que la empresa cree que el consumidor necesita. Luego se encuentra el cuarto de Planeación Estratégica, la cual consiste en entender dónde se encuentra tanto la empresa como la competencia en términos de satisfacer los requisitos del consumidor en el mercado. Posterior a eso, se debe analizar el cuarto de la Voz de la Empresa, que consiste en que la empresa decida la manera de incorporar los requerimientos del consumidor en el producto terminado para poder satisfacer al consumidor. En esta sección se deben determinar los parámetros medibles que serán usados para evaluar de manera objetiva la calidad del producto. Luego en el techo de Correlación Técnica se debe definir el grado de interdependencia de estos parámetros entre sí, lo que ayuda a identificar el impacto que tiene el cambiar una característica del producto en los otros atributos. El centro de la casa de la calidad es el cuarto de Relaciones, el cual consiste en representar la relación e intensidad entre los requerimientos del consumidor en la Voz del Consumidor, y las características del producto en la Voz de la Empresa. El cuarto de las Prioridades Técnicas consiste en la evaluación técnica de la competencia, donde se analizan las características del producto final en los productos comerciales. De esta manera es que la empresa logra percibir el rendimiento de la competencia con respecto a las características del producto que afectan los requisitos del cliente (Costa et al., 2001).

Figura 3. Componente del cuarto de planeación estratégica



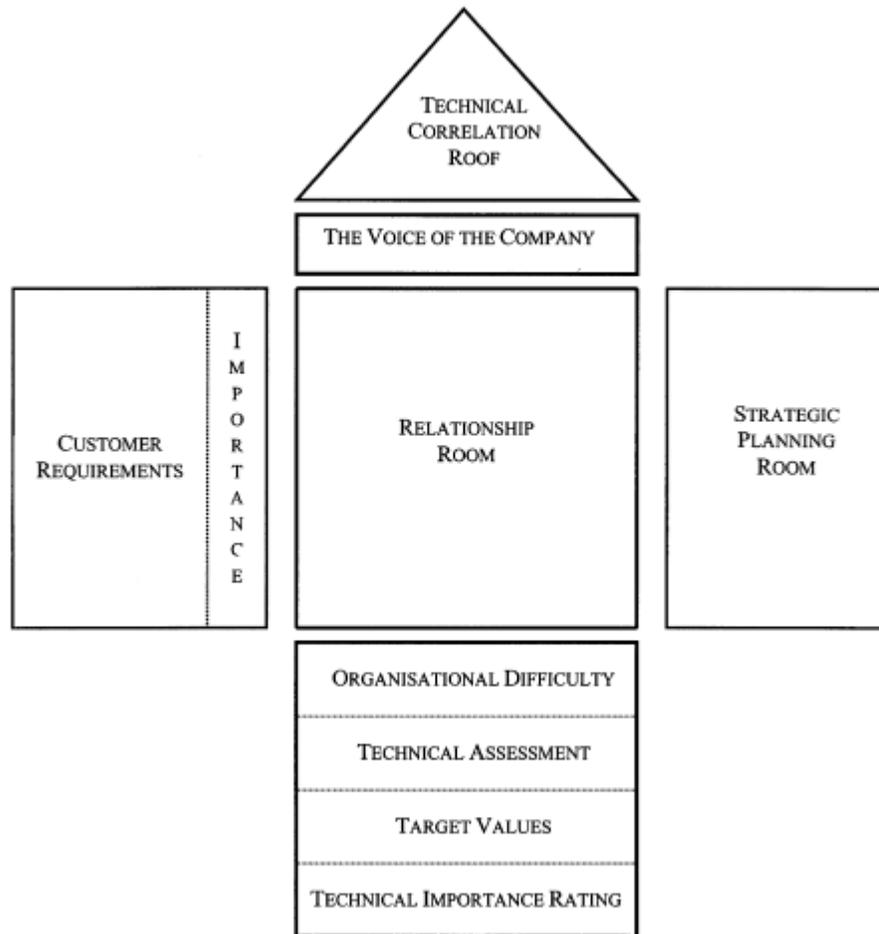
Fuente: Costa et al. (2001)

Figura 4. La Voz del Consumidor, la Voz de la Empresa, el techo de la Correlación Técnica y el cuarto de Relaciones



Fuente: Costa et al. (2001).

Figura 5. Componentes del cuarto de prioridades técnicas



Fuente: Costa et al. (2001).

I. Información de ingredientes utilizados en *snacks*

La harina de maíz es un alimento rico en carbohidratos, pues estos representan el 66.3%. Este alimento es de gran beneficio para el sistema circulatorio, pues no contiene colesterol. A medida que aumenta el grado de extracción de la harina de maíz, se reduce la proporción de almidón y aumenta el contenido de fibra, vitaminas y minerales. Este alimento contiene ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados (González et al., 2016).

La carne es el tejido muscular de origen animal que sufre una rigidez cadavérica y debe ser extraída de animales saludables y tratados con inocuidad. El agua es un ingrediente que tiene el rol de disolver los ingredientes secos. La sal tiene la función de ayudar a conservar un producto mediante el retardo del crecimiento microbiano, darle sabor, solubilizar proteínas e incrementar la retención de agua, aunque puede provocar la rancidez de las grasas (Ballester et al., 2017).

J. Métodos de análisis proximal

El método de Soxhlet es un método continuo de extracción de grasa de un sólido. Este consiste en moler, pesar la muestra, colocarla en un cartucho de celulosa para luego ser introducido en la cámara de extracción que se encuentra conectada a un balón de destilación y a un refrigerante. El disolvente que se encuentra en el sistema de destilación se lleva a ebullición, el vapor sube por el tubo lateral y es condensado en el refrigerante para caer sobre la muestra. Cuando se alcanza el nivel adecuado, pasa limpiando el tubo para regresar al balón de destilación. Este proceso es iterativo hasta que se agote la cantidad suficiente de la muestra (Lamarque et al., 2008).

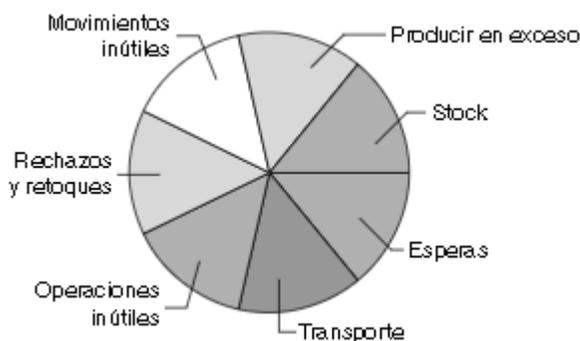
El método Kjeldahl fue creado por Kjeldahl en 1883, y ha sido comúnmente usado en análisis de alimentos. El método no necesita instrumentación especial y es adaptable sencillamente. Este método consiste en la oxidación de la muestra mediante ácido sulfúrico caliente y concentrado, con el fin de que el nitrógeno orgánico de la muestra salga como sulfato de amonio. Esta sal luego se somete con una base fuerte para ser descompuesta, y se procede a destilar el amoniaco que se libera de dicha reacción. El amoniaco se recibe en una solución valorada de ácido por retroceso con una solución valorada de base (Skoog & West, 2010).

K. Desarrollo de diagrama de proceso

Un proceso productivo es la secuencia de operaciones necesarias para transformar una materia prima en un producto más elaborado. Una operación de valor añadido es aquella que agrega funcionalidad al producto y lo acerca hacia su función final. Existen siete desperdicios que son muy comunes en los procesos productivos como se muestra en la Figura 6. Todo proceso que sea estrictamente de valor añadido, se considera un desperdicio (Suñé et al., 2004).

El diagrama de proceso es un esquema gráfico que es útil para describir los procesos y secuencia de operaciones para realizar un producto. Existen cinco categorías donde se agrupan las operaciones a las que puede ser sometido un producto, las cuales son el transporte, almacenaje, espera, control y valor añadido. Estas tienen su propio símbolo para ser identificadas en el diagrama de proceso como lo describe Suñé et al. (2004).

Figura 6. La rueda de los 7 desperdicios



Fuente: Suñé et al. (2004)

L. Método de determinación de vida útil

La estimación de la vida útil de un alimento consta del análisis preliminar del sistema producto-envase-ambiente, pruebas de almacenamiento y aplicación del método adecuado para estimar la vida útil. Se debe escoger el método a usar para la estimación de vida útil, ya sea método directo o indirecto. Por ejemplo, como métodos directos se pueden encontrar el método de estimación de Weibull, técnicas de riesgo o análisis de supervivencia, los cuales se aplican a alimentos con vida de anaquel corta o media, almacenados a temperatura ambiente, refrigerados o congelados. Por otro lado, los métodos indirectos son aquellos que emplean pruebas aceleradas de almacenamiento a muy altas temperaturas. Estos últimos métodos son usados para alimentos con alta estabilidad o de larga duración, donde se determine que a mayor temperatura de almacenamiento ocurre un mayor deterioro del producto (Núñez et al., 2017).

Los métodos de almacenamiento acelerado ASLT (Accelerated Shelf-Life Testing) sirven para llevar a cabo estudios de vida útil de un alimento de larga duración en un período corto de tiempo. Estos métodos requieren que el proceso de deterioro del alimento a evaluar cuente con un modelo cinético válido ya sea químico, físico, microbiológico, sensorial o bioquímico. El método cinético más usado es el modelo de Arrhenius, el cual relaciona la velocidad de reacción de deterioro del alimento con los cambios de temperatura (Núñez et al., 2017)

El proceso para llevar a cabo un estudio de vida útil mediante el método acelerado es escoger las temperaturas de almacenamiento para acelerar el proceso de deterioro, el diseño experimental del estudio a cada temperatura, ejecutar el estudio a cada temperatura, la evaluación de los parámetros del modelo para cada temperatura, definir el impacto de la temperatura en el producto mediante la ecuación de Arrhenius, determinar la vida útil del producto en cada temperatura, determinar la relación entre la temperatura y la vida útil por Q10, y finalmente estimar la vida útil a la temperatura normal de almacenamiento del producto. Se recomienda no usar menos de 3 temperaturas de almacenamiento para este estudio, pues la precisión del método aumenta con la cantidad de temperaturas a evaluar (Núñez et al., 2017).

Para elegir las temperaturas se debe tomar en cuenta la composición del producto para que el aumento de temperatura no provoque cambios en el alimento tales como la separación de fases, desnaturalización de proteínas, pérdidas de humedad, destrucción de vitaminas, entre otros. Para el diseño experimental se debe establecer el tiempo de duración del estudio, tiempos de muestreo, muestras representativas y número de muestras necesarias para representar el lote. En la ejecución del estudio se deben documentar los valores de los parámetros a evaluar (Núñez et al., 2017).

La ecuación de Arrhenius se usa para expresar el efecto de la temperatura sobre la velocidad de reacción de deterioro de un alimento y es la siguiente:

Ecuación 1. Ecuación de Arrhenius

$$k = k_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

Fuente: Núñez et al. (2017)

Donde:

K= constante de velocidad de reacción de deterioro

Ea= factor pre exponencial

R= constante de los gases (83143 J/K mol)

T= temperatura absoluta (K= °C+ 373.15)

M. Rancidez oxidativa

La rancidez oxidativa es la variable crítica en un alimento tipo *snack* debido a que representa el deterioro que sufren las grasas contenidas en dicho producto. Esta rancidez oxidativa provoca olores y sabores rancios en el alimento, así como también alteraciones en la composición química y nutricional afectando la aceptabilidad por parte del consumidor (Duarte, 2019).

La velocidad de la oxidación de las grasas depende de la temperatura, disponibilidad de agua y de la actividad de agua. La rancidez oxidativa se da por la presencia de oxígeno, luz y calor. Los alimentos más propensos a sufrir una rancidez oxidativa son todos aquellos alimentos secos o semi húmedos. La rancidez oxidativa es la reacción de oxidación de ácidos grasos poliinsaturados y es catalizada por la enzima lipoxigenasa, afectando así el sabor del producto. Esta reacción es resultante de la formación de hidroperóxidos en la etapa de iniciación, que luego en la etapa de propagación se acumulan, y finalmente se degradan en la terminación generando aldehídos y cetonas que aportan el olor y sabor rancio al alimento. Para la determinación de la oxidación de las grasas en un alimento, se lleva a cabo el índice de peróxidos, el cual aumenta con la temperatura del aceite de fritura, la exposición del producto al aire y luz (Duarte, 2019).

Según Duarte (2019), un alimento con bajo índice de peróxidos se refleja en un valor menor a 4 meq/kg de producto, si es un alimento con contenido medio de rancidez

presenta un valor entre 4 y 8 meq/kg de producto, y si es un alimento con alto índice de peróxidos presenta más 9 o más meq/kg.

N. Deterioro sensorial

La alteración de los alimentos se puede reflejar en la calidad sensorial de los mismos. La degradación de ciertos componentes en un alimento se lleva a cabo por enzimas específicas que catalizan las reacciones. Estas reacciones provocan defectos de calidad sensorial, afectando el sabor, aroma, apariencia, textura, color, entre otros. Por ejemplo, la oxidación de ácidos grasos poliinsaturados provoca la rancidez oxidativa, previamente mencionada, y por ende un sabor vegetal y oscurecimiento. El aroma también se puede ver afectado por este tipo de rancidez. Por otro lado, también el ingreso de humedad en los *snacks* puede perjudicar la textura y consistencia del alimento. Se debe tomar en cuenta la calidad sensorial del producto al momento de evaluar la vida útil del producto, pues influye la percepción del consumidor del producto.

En un estudio de vida útil realizado por Duarte (2019), se utiliza una evaluación sensorial de aroma, sabor y crocancia en un *snack* de papa frita, donde específicamente el perfil de textura fue analizado para la determinación de vida útil, pues se usó una escala del grado de intensidad. El límite mínimo permitido para el parámetro de crocancia es 2 en la escala. El límite mínimo permitido para el sabor y aroma es de 3 en la escala de ambas. Esta evaluación sensorial se llevó a cabo como se indica en el trabajo de Duarte (2019).

O. Empaque

El empaque es el contenedor, protector y comunicador de un producto al momento de ser entrega al cliente o consumidor. El empaque tiene la función principal de proteger al producto del entorno ambiental externo, pues se debe evitar contacto del producto con agua, vapor de agua, gases, olores, microorganismos, polvo, golpes, vibraciones y fuerzas de compresión. Se dice que el empaque también vende al producto, pues el empaque es un espacio donde se puede comunicar rápidamente a través de la lectura breve, la descripción del producto y visibilidad de etiquetas (Cipriani, 2016).

El empaque primario es aquel empaque que se encuentra en contacto directo con el producto envasado, provee la barrera inicial y es la principal protección. Algunos ejemplos de empaques primario son las latas de metal, botellas de vidrio, bolsas plásticas (Cipriani, 2016).

WVTR significa water vapor transmisión rate, por sus siglas en inglés, se refiere a la tasa de transmisión de vapor de agua. Este se expresa en ($\text{g/m}^2 \cdot \text{día}$). Generalmente las empresas proveedoras de empaques brindan este dato, el cual es un parámetro de medición de vapor de agua para sus productos, usualmente a 38°C y 90% HR. Este parámetro tiene relevancia para productos a comercializar en condiciones tropicales principalmente, más no es de ayuda en productos comercializados en condiciones templadas, tales como 25°C y 75% HR. La presión de vapor es 2.5 veces mayor a 38°C y 90% HR que en condiciones de 25°C y 75% HR, es decir que en un estudio de vida útil con base en un WVTR a una temperatura y humedad relativa subestiman la vida actual bajo condiciones templadas por 2.5 veces (Cipriani, 2016).

Las propiedades de barrera en los plásticos indican su resistencia a la sorción y difusión de gases, compuestos aromáticos y de sabor. La protección de alimentos contra gases e intercambios de vapor con el ambiente depende de la integridad del empaque, lo cual consiste en sellos y cierres, y de la permeabilidad del material de empaque. La permeabilidad se refiere al proceso por el que gases y vapores logran atravesar la materia por medio de un material polimérico. Este parámetro mide la posibilidad que tiene un material de empaque de que ciertos gases o vapores lo atraviesen (Cipriani, 2016).

Existen dos formas en que la permeabilidad puede ocurrir, donde una es por efecto de microporos, el cual consiste en que los gases y vapores atraviesan el empaque por medio de agujeros, grietas y poros microscópicos. La otra forma es por efecto de solubilidad-difusión, la cual consiste en que los gases y vapores se disuelven en una superficie del polímero mediante la difusión a través del polímero por un gradiente de concentración y evaporación en la otra superficie del polímero. Esta última forma es llamada permeabilidad real. La permeabilidad real varía de manera inversa al espesor del material, por lo que no se puede eliminar de forma efectiva solamente al incrementar el espesor del material. Un plástico que es buena barrera tiene una permeabilidad baja (Cipriani, 2016).

El empaque BOPP se refiere a polipropileno biorientado o biaxialmente, el cual presenta una claridad mayor que el polipropileno normal u otros empaques. El polipropileno metalizado tiene una alta barrera al vapor de agua. El polietileno de baja densidad (LDPE) es el polímero más usado en el empaque de alimentos con película. Este es un polímero de etileno que presenta una densidad baja (910-940 kg/m³) y un peso molecular bajo. En ciertas aplicaciones en empaque de alimentos, no se puede hacer uso de calor o vapor para esterilizar el LDPE debido a que este tiene un punto de suavidad debajo de los 100°C. Este es un empaque fuerte, levemente traslúcido. Tiene altas barreras contra el agua y al vapor de agua, aunque no tiene barrera contra gases (Cipriani, 2016).

OTR significa tasa de transmisión de oxígeno por sus siglas en inglés. Existen empaques con espesor suficiente para contener capas de nano partículas encapsuladas que absorben la humedad y el oxígeno del entorno, atrapando a estas moléculas y reduciendo la permeación (Cipriani, 2016).

P. Costos

Edward Menesby detalla que el costo es la medición en términos monetarios de la cantidad de recursos que se usan para algún objetivo. Por otro lado, Richar Lynch define los costos como los valores cedidos con el fin de obtener algún beneficio económico que pueda promover la habilidad de producción de utilidades de la empresa. Dado esto, es posible considerar que el costo es todo desembolso que se realiza con el fin de obtener un beneficio futuro (Fernández, 2012).

Según Fernández (2012), los elementos de costos de la producción son los siguientes: materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación. La materia prima es el elemento que sufre una transformación para convertirse en producto terminado. La mano de obra es la fuerza del grupo humano que se aplica de manera directa a la transformación de la materia prima en el producto terminado. El tiempo se usa como parámetro de

medición de mano de obra. Y los costos indirectos de fabricación son los gastos asignados al producto terminado mediante la producción.

VI. METODOLOGÍA

A. Revisión bibliográfica

Se realizó una investigación de las características de la gallina, su información nutricional, procesamiento de la carne y tecnología usada para la carne. Esta se llevó a cabo mediante la búsqueda de artículos científicos, libros y trabajos que tengan relación con los temas. Las búsquedas se realizaron con filtros de años recientes, a partir del 2012.

B. Recolección de entradas del desarrollo

1. Requisitos del cliente por medio de análisis de encuestas y entrevistas

Se llevó a cabo una matriz con la organización de resultados obtenidos de encuestas y entrevistas realizadas en la tesis *Desarrollo y validación de un estudio de factibilidad para la producción y comercialización de un snack a base de gallinas de descarte*. Los datos organizados fueron el tipo de *snack*, sabores, presentación, atributos y demanda del producto.

2. Requisitos de la industria avícola

Se llevó a cabo una matriz para la organización de los requisitos y parámetros a cumplir de la industria avícola, tales como aprovechamiento al máximo de las gallinas de descarte como materia prima, tipo de producto, contenido proteico en el producto y empaque.

3. Legislación

Los reglamentos y normas que se consideraron para la elaboración del producto son las siguientes:

RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos.

RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad.

RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados).

4. Comparación productos comerciales

Se recopilaron diversos productos similares al producto tipo *snack* a elaborar, con el fin de evaluar sus ingredientes, parámetros sensoriales tales como textura, sabor y aroma. Parámetros fisicoquímicos tales como contenido de humedad, actividad de agua, dimensiones y dureza, y empaque. Estas características evaluadas fueron comparadas con las características que se buscaron tener en el producto, y se documentaron en una matriz. Los Anexos 3, 4 y 5 presentan las características evaluadas en la competencia.

C. Definición y caracterización del producto

1. Lluvia de ideas

Se llevó a cabo una lluvia de ideas sobre productos tipo *snack* a elaborar a partir de los requisitos del cliente, de la empresa, regulatorios y características de los productos de la competencia. Esta lluvia de ideas consistió en encontrar y enlistar diversas opciones de producto para cumplir con los atributos requeridos. Mediante estas ideas se pudieron ir descartando opciones conforme se iba alineando la información de cada una con los requisitos. Esta lluvia de ideas se encuentra en el Anexo 2.

2. Quality Function Deployment (QFD)

Se definieron los indicadores y variables medibles del producto que se buscan alcanzar y que fueron verificados en cada prototipado. Se utilizó la metodología del desarrollo de la calidad descrita por (Costa et al., 2001) para crear el producto que más se adaptara a los requisitos del consumidor.

D. Diseño experimental

1. Formulaciones

Se realizaron diferentes formulaciones para el desarrollo del *snack* con fuente de proteína a base de gallina. Este proceso de desarrollo del producto fue un proceso iterativo. Se formuló y diseñó un nacho y un chicharrón, con el fin de escoger el que más se adecuara a los requerimientos establecidos.

2. Evaluación sensorial para ir descartando formulaciones

Se llevaron a cabo pequeñas evaluaciones internas del producto resultante de cada formulación con el fin de verificar que cumpla con los parámetros e indicadores establecidos en la casa de calidad, hasta que el producto alcanzara las características necesarias.

3. Mejoras de formulaciones

Las mejoras en las formulaciones se consideraron en las proporciones de ingredientes, en el laminado de la masa de nachos para variar el grosor de esta, los tiempos y temperaturas de métodos de cocción como el horneado y la fritura.

E. Validación técnica

Se llevó a cabo un panel sensorial del producto resultante dirigido a 100 panelistas de la Universidad del Valle de Guatemala, donde se evaluó qué tanto le gusta la muestra al público. Este se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Planta de Alimentos, Universidad del Valle de Guatemala. Se evaluó tanto la muestra original como la saborizada con barbacoa.

Para determinar la aceptación del producto, se usó una prueba de aceptación por medio de una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 es me disgusta muchísimo y 9 es me gusta muchísimo. Esto se llevó a cabo para evaluar los atributos solamente de aceptación general y apariencia.

Se usó una prueba de 7 puntos denominada “tal como me gusta”, donde el punto 4 es denominado “tal como me gusta”, el 1 es “poco” y el 7 es “mucho”. Se evaluaron características tales como color, grosor, aroma, textura, intensidad de saborizante (en caso aplicara) y sabor a gallina. Se denominó con el código 345 a la muestra de nacho de gallina sabor original, y con el código 678 a la muestra de nachos de gallina con saborizante de barbacoa. La boleta usada para el panel sensorial se encuentra en el Anexo 6. La hoja maestra de dicho panel sensorial se muestra en el Anexo 7.

Se hizo un análisis estadístico de varianza, diferencia de medias, para los atributos evaluados a excepción de la intensidad de saborizante, por medio del uso del programa RStudio. Se utilizó un valor alfa de 5% para la prueba t de los atributos evaluados con el fin de determinar si existía o no diferencia significativa entre los atributos de ambas muestras.

A medida que se iba formulando, se iban calculando a grandes rasgos los costos primos de producto, es decir los costos de insumos de materia prima. Se buscó la manera de que se usaran ingredientes con los menores costos posibles.

F. Microbiología y fisicoquímica

En el Laboratorio de Microbiología de la industria avícola se llevaron a cabo los análisis microbiológicos como requisito por el RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos, los cuales son *Escherichia Coli* y *Salmonella spp* para el subgrupo de alimento 15.1 que se refiere a *snacks*. Se debe cumplir con el plan de muestreo y los límites establecidos en dicho reglamento, como se

muestra en el Cuadro 1. Se realizarán estos análisis microbiológicos al inicio del estudio de vida de anaquel del producto.

Cuadro 1. Criterios microbiológicos para la vigilancia

15.1. Subgrupo del alimento: frituras y bocadillos (snacks).						
Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de alimento	Clase	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i>	C	2	5	0	< 3 NMP/g o < 10 UFC/g	----
<i>Salmonella spp.</i>		2			Ausencia/25 g	----

Fuente: (Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA], 2017)

También se llevó a cabo un análisis de recuento total de aerobios en las muestras.

Para el análisis de *Salmonella spp* en el *snack*, se siguió la metodología de BAM (FDA, 2022). Para el recuento de *Escherichia Coli* en el *snack*, se siguió la metodología descrita por Anmat Federal et al. (2011), que se detalla en la página 65. Para el recuento total de aerobios mesófilos en el *snack*, se siguió la metodología descrita en el procedimiento de cómputos para la enumeración de microorganismos de la tesis de Morales (2007).

La metodología usada para el análisis de *Salmonella spp* se basó en la siguiente fuente (American association of avian pathologists, 2008).

La determinación del microorganismo *Escherichia Coli* y el Recuento Total de Aerobios por (Salfinger & Lou, 2001)

Se llevaron análisis fisicoquímicos para el nacho tales como actividad de agua mediante el uso del equipo Aqualab, contenido de humedad mediante el método AOAC 934.01. Se realizaron mediciones de las dimensiones de los nachos usando vernier.

El análisis de textura se llevó a cabo mediante el uso del texturómetro Brookfield CT3 para evaluar la dureza del nacho. La prueba usada fue el análisis de compresión, con una velocidad de gancho de 2 mm/s y una carga de activación de 0.147 N, utilizando la sonda TA18. El nacho se colocó sobre un soporte, la sonda TA18 se desplazó verticalmente con el brazo del instrumento para que la muestra quedara alineada con la sonda, y se realizó la prueba ejerciendo una fuerza de compresión hasta producir un quiebre en la muestra. Se realizó el análisis en triplicado, obteniendo resultados en Newtons (N).

Ecuación 2. Determinación de humedad por el método de AOAC

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso cápsula con mx húmeda} - \text{Peso cápsula con mx seca}}{\text{Peso inicial mx húmeda}} * 100$$

G. Análisis proximal

Se realizó un análisis proximal del producto con mayor aceptabilidad siguiendo las siguientes metodologías:

- Determinación de porcentaje de proteína cruda por el método Kjeldahl AOAC 2001.11
- Determinación de contenido de grasa por el método Soxhlet AOAC 920.58
- Determinación de porcentaje de cenizas totales por el método AOAC 938.08
- Determinación de porcentaje de humedad por el método AOAC 934.01
- Determinación de sodio por espectrofotometría de llama método AOAC 999.11

Ecuación 3. Determinación de proteína por el método de Kjeldahl de AOAC

$$\% \text{ proteína} = \frac{\text{Volumen HCl } 0.1N * 0.1 N * 0.014 * 6.25}{\text{Peso de mx inicial}} * 100$$

Se utiliza el factor 6.25 para la determinación de proteína en este tipo de productos como *snack*.

Ecuación 4. Determinación de grasa por el método de Soxhlet de AOAC

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{Peso beaker con grasa} - \text{Peso beaker vacío}}{\text{Peso de mx inicial}} * 100$$

Ecuación 5. Determinación de sodio por el método de espectrofotometría de llamas

$$\text{Contenido de sodio} = \frac{\text{mg sodio}}{\text{g mx para cenizas}} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} * 100$$

Estos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio del Centro de Investigaciones en la Universidad del Valle de Guatemala.

H. Elaboración de etiqueta nutricional

Se elaboró la etiqueta nutricional, cumpliendo con la declaración completa de los nutrientes descrita en RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. Esta se desarrolló a partir de los resultados de grasa, proteína y sodio del análisis proximal. Para los carbohidratos y los micronutrientes, se hizo uso de las tablas del

INCAP para recopilar los datos nutricionales de los ingredientes usados en la formulación.

Basado en (Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA], 2010).

I. Selección de empaque

1. Identificación de factores críticos del producto

Según el producto, se elaboró un listado de características críticas del mismo, las cuales podrían perjudicar y deteriorar su matriz a lo largo del tiempo. Esto se realizó con el fin de escoger el empaque que logre contener, proteger y conservar el alimento el mayor tiempo posible. Posteriormente se consideraron diferentes opciones de empaque para encontrar el adecuado. Las principales características con las que el empaque debía contar era impermeabilidad y alta barrera a la humedad.

2. Primario

Se escogió el empaque primario, con el fin de brindar un contenedor para la presentación individual y básica.

J. Estudio de vida útil

1. Método de cinética de reacción acelerado

Se siguió la metodología de almacenamiento acelerado usando la ecuación de Arrhenius, descrito por Núñez et al. (2017).

2. Condiciones del estudio

Se tomaron en cuenta las características críticas del producto anteriormente determinadas. Se determinaron las siguientes condiciones del estudio según el producto desarrollado:

- Temperaturas de almacenamiento: 25°C, 36°C y 43°C
- Duración del estudio: 6 semanas
- Frecuencia de evaluación: Cada 2 semanas
- Cantidad de muestras: 40 muestras

3. Método de Arrhenius

Dado que el método de Arrhenius requiere mínimo 3 puntos, se realizaron 4 puntos, 1 cada dos semanas del período del estudio. En la semana 0, es decir el día de elaboración del producto, se evaluó el producto solamente a la temperatura de 25°C, el cual fue el

dato con el que se comparó el producto a lo largo del estudio de vida útil, por lo que fue el dato inicial de referencia.

Las muestras utilizadas para el estudio correspondieron a un único lote de producción. Estas fueron envasadas en el empaque seleccionado para simular una real comercialización. Se solicitaron muestras del empaque seleccionado a la posible empresa proveedora de este.

Las muestras que correspondían a 25°C fueron almacenadas a temperatura ambiente. Las muestras correspondientes a 36°C y 43°C fueron almacenadas en incubadoras a sus respectivas temperaturas.

Para estimar la vida útil del producto se realizaron análisis fisicoquímicos tales como el porcentaje de rancidez oxidativa mediante la determinación del índice de peróxidos, y contenido de humedad mediante el uso de la balanza de humedad Ohaus.

El índice de peróxidos se realizó en duplicado para cada temperatura, cada semana que se evaluó.

Para determinar el índice de peróxidos, se usó la metodología descrita por el Centro de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. El límite máximo permitido para este parámetro es de 9 mEq/kg.

Ecuación 6. Cálculo del índice de peróxidos basado en el método AOAC

$$IP = \frac{(V_M - V_B) * N}{P} * 1000$$

Donde:

V_M = Volumen de tiosulfato de sodio usado para titular la muestra

V_B = Volumen de tiosulfato de sodio usado para titular el blanco

N = Normalidad del tiosulfato de sodio

P = Peso de la muestra inicial, en gramos

IP = Índice de peróxidos expresado en mEq/kg

El valor máximo aceptable del índice de peróxidos es de 9 mEq/kg.

También se llevó a cabo un análisis sensorial corto para evaluar las características organolépticas más importantes en el deterioro del producto, el cual fue dirigido a 3 personas seleccionadas para evaluar el producto durante todo el estudio de vida útil. Para determinar la aceptación del producto, se usó una prueba hedónica de 5 puntos para

evaluar crocancia, sabor y aroma. El límite mínimo permitido para el parámetro de crocancia es 2 en la escala según Duarte (2019).

Se estableció que el límite mínimo permitido para el sabor y aroma es de 3 en la escala de ambas. Esta evaluación sensorial se llevó a cabo como se indica en el trabajo de Duarte (2019). Estas evaluaciones sensoriales fueron pasadas de manera digital, mediante un enlace de GoogleForms. La boleta digital usada se muestra en el Anexo 32.

Cuadro 2. Calificación verbal y numérica de la calidad en cuanto a crocancia del *snack*

Ausencia total de crocancia	Crocancia ligera	Media crocancia	Alta crocancia	Excelente crocancia
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Calificación verbal y numérica de la calidad en cuanto a sabor y aroma del *snack*

Me disgusta muchísimo	No me gusta moderadamente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia.

K. Ficha técnica

Se realizó la recopilación de los siguientes datos del producto con el fin de generar la ficha técnica del *snack* desarrollado.

- a. Nombre
- b. Nombre técnico
- c. Ingredientes (en orden descendente)
- d. Sensorial (color, olor sabor, textura)
- e. Fisicoquímico (humedad, actividad de agua, índice de peróxidos, dimensiones)
- f. Microbiológico (*Salmonella*, *E. Coli* y aerobios mesófilos)
- g. Información nutricional (Grasa, proteína y sodio)
- h. Presentación (contenido neto, material de empaque, embalaje)
- i. Condiciones de almacenamiento y distribución
- j. Tiempo de vida de anaquel
- k. Instrucciones de uso
- l. Rotulado (Nombre del Producto, Ingredientes, Nombre y Dirección del Fabricante, Razón Social, Registro Sanitario, N° de Lote, Fecha de Vencimiento, Condiciones de almacenamiento, Peso Neto, Información de acuerdo a lo indicado en el D.S. N°007-98 S.A.)

m. Alérgenos

L. Etiquetado general

A partir de los resultados de proteína del análisis proximal del nacho de gallina, se denominará el contenido de este macronutriente según lo establecido en RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente envasados (preenvasados). Se realizará el etiquetado general del producto cumpliendo con todos los requisitos descritos en el reglamento anteriormente mencionado.

Basado en (Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA], 2010).

M. Definir el proceso de producción

1. Diagrama de proceso

Se elaboró un diagrama de flujo con las partes del proceso de producción del *snack*. También se elaboró un diagrama de ingeniería que detalla las funciones de cada proceso.

2. Alternativas de equipos que se pueden usar en cada proceso

Se propuso una serie de equipos que pueden ser usados en el proceso productivo del *snack* a partir de la demanda generada por Muralles (2022) en su trabajo de estudio de mercado.

N. Costeo unitario del producto

Se realizó el cálculo del costo primo del producto incluyendo costos de materia prima y material de empaque, en Microsoft Excel.

VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

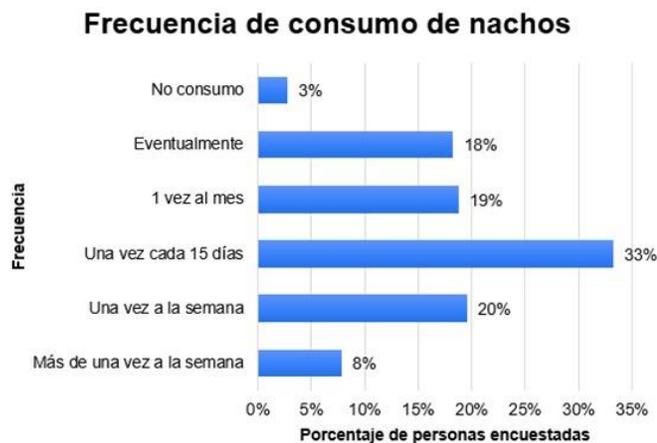
A. Determinación del tipo de *snack* a formular

1. Tipo de *snack*

Se logró elaborar el *snack* a base de gallinas destinadas al descarte. Se elaboró este producto cumpliendo con los requisitos de la industria que se muestran en el Anexo 1, los cuales son aprovechar las gallinas de descarte, elaborar un producto tipo *snack* fuente de proteína usando los costos mínimos. A raíz de estos requerimientos, se enlistaron tres opciones tipo *snack* para que Muralles (2022) pudiera evaluar en el mercado el *snack* más aceptado y demandado por el consumidor. Estas opciones fueron chicharrones y nachos.

El trabajo de Muralles (2022) presenta el estudio de factibilidad de comercializar el *snack* a base de gallina elaborado en este trabajo. Dado que Muralles investigó al mercado donde se podría comercializar el *snack*, se determinó el tipo de *snack* a elaborar.

Figura 7. Gráfico de frecuencia de consumo de nachos a partir del estudio de mercado



Fuente: (Muralles, 2022)

Figura 8. Gráfico de frecuencia de consumo de chicharrones a partir del estudio de mercado



Fuente: (Muralles, 2022)

A partir del estudio de Muralles (2022), se generaron los gráficos, donde se muestra la frecuencia de consumo de nachos y chicharrones en el mercado objetivo de dicho estudio.

Como se observa en las gráficas, se obtuvo que el 3% de la población objetivo del estudio de mercado no consume nachos, en cambio el 18% de la población no consume chicharrones. La mayor frecuencia de consumo presentada fue la de “más de una vez a la semana” para ambos productos. Se presenta en las gráficas que el 8% de la población consume nachos más de una vez a la semana, y el 2% de la población consume chicharrones en esta misma frecuencia.

Dado esto, se determinó que los nachos tienen una mayor demanda que los chicharrones en Guatemala, por lo que se formuló la producción de un nacho de gallina.

2.

QFD

Figura 9. Matriz de casa de la calidad para la formulación de nachos de gallina

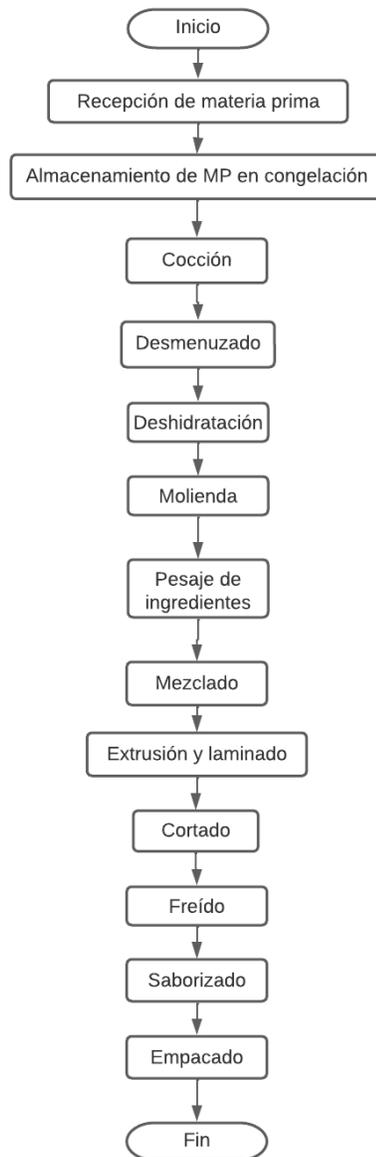


Fuente: Elaboración propia.

A partir del estudio de mercado de Muralles (2022), donde se encuestó al consumidor acerca de los nachos, se logró tabular todos los datos tales como los requisitos del cliente, las acciones para cumplirlos, la evaluación de la competencia y la relación de estos factores entre sí, por medio de la casa de la calidad. Se determinó que la acción más importante en la elaboración del *snack* es la adición del saborizante de barbacoa, debido a que esta obtuvo la importancia relativa más alta, siendo esta de 18%.

B. Diagrama de bloques del proceso de producción

Figura 10. Diagrama del proceso de producción de nachos de gallina



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 10 se muestra el diagrama de bloques del proceso de producción de nachos de gallina saborizados con barbacoa. El proceso productivo comienza con la recepción de gallinas congeladas, seguido de la cocción de estas, el desmenuzado para obtener la carne de gallina, la deshidratación de esta para molerla posteriormente y obtener polvo o harina de gallina. Posterior a eso, se pesan todos los ingredientes para mezclarlos, extruirlos, laminarlos, cortarlos y freírlos. Por último, se deben saborizar con barbacoa y empacar.

Los ingredientes usados para la formulación fueron gallina pulverizada, harina de trigo, harina de maíz, pimienta, agua, sal y saborizante de barbacoa. Se llevó a cabo un proceso iterativo de la formulación, donde se realizaron muchas variaciones, entre ellas diferentes porcentajes de harina de trigo, harina de maíz y gallina pulverizada. También se iteró con respecto a los métodos de cocción, tiempos y temperatura. Al inicio se iteró con horneado y fritura como ambos métodos de cocción del producto. Se obtuvo que al hornear el producto antes de la fritura, se obtenía un producto muy oscuro y duro luego de esta última. Dado esto, luego del laminado, solamente se llevaba a fritura, proceso en el que se varió el tiempo y temperatura. Se llevaron a cabo más de once variaciones, donde se determinó que las mejores condiciones de fritura eran seis minutos y medio a 140°C.

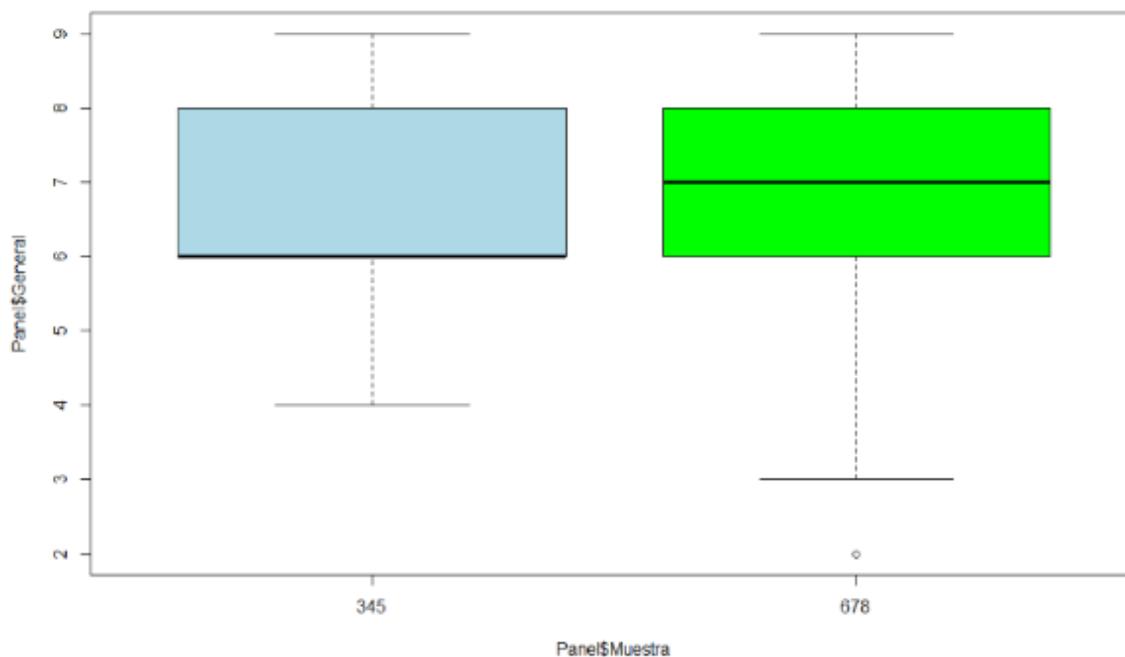
C. Validación técnica preliminar

1. Panel sensorial

Se llevó a cabo una validación preliminar del nacho de gallina original y saborizado con barbacoa, y de su proceso productivo por medio de un panel sensorial dirigido a 100 personas de la Universidad del Valle de Guatemala. Se evaluaron los atributos de aceptación general y apariencia por medio de una escala hedónica de 9 puntos, y los atributos de intensidad del saborizante, aroma, sabor a gallina y textura por medio de una escala de 7 puntos de “tal como me gusta”. El Anexo 6 presenta la boleta del panel sensorial que se les brindó a los panelistas.

A partir de los datos obtenidos por los panelistas, se tabularon en Microsoft Excel y se evaluaron por análisis de varianza para cada atributo en el programa RStudio como se muestra en el Anexo 8. El análisis de varianza se llevó a cabo para determinar el valor p y por ende si existe o no diferencia estadísticamente significativa entre ambas muestras evaluadas. Si el valor p del análisis de cada atributo es menor al alfa, se determina que existe diferencia significativa. Se generaron gráficos de caja y bigote para el análisis de puntuaciones de cada atributo evaluado. El nacho de gallina original se encuentra codificado con los números 345 y el nacho de gallina saborizado con barbacoa se encuentra codificado con los números 678.

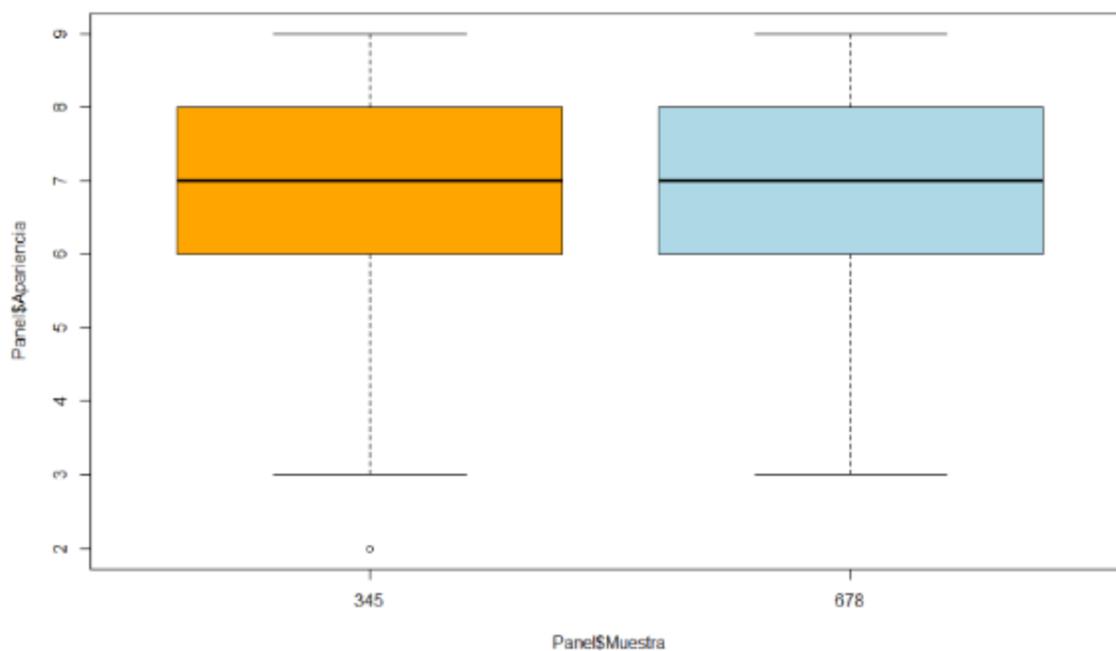
Figura 11. Diagrama de caja y bigotes del atributo aceptación general en función de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el valor p obtenido de la prueba para la aceptación general es 0.00191, el cual es menor al valor de alfa (5%), sí existe una diferencia significativa entre la muestra original y la de barbacoa, en donde en promedio, la muestra de barbacoa presentó una mejor calificación. Como se muestra en la gráfica, la muestra de nacho de barbacoa presenta mayor aceptación que la muestra original.

Figura 12. Diagrama de caja y bigotes del atributo apariencia en función de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

No existe una diferencia significativa entre la apariencia de la muestra original y la muestra de barbacoa, pues se obtuvo un valor p de 0.1703, el cual es mayor al alfa 0.05. Esto significa que la apariencia de ambas muestras fue aceptada por el consumidor de igual forma. Ambas muestras presentaron una media de 7 como aceptación de la muestra, la cual tiende hacia “Me gusta muchísimo”.

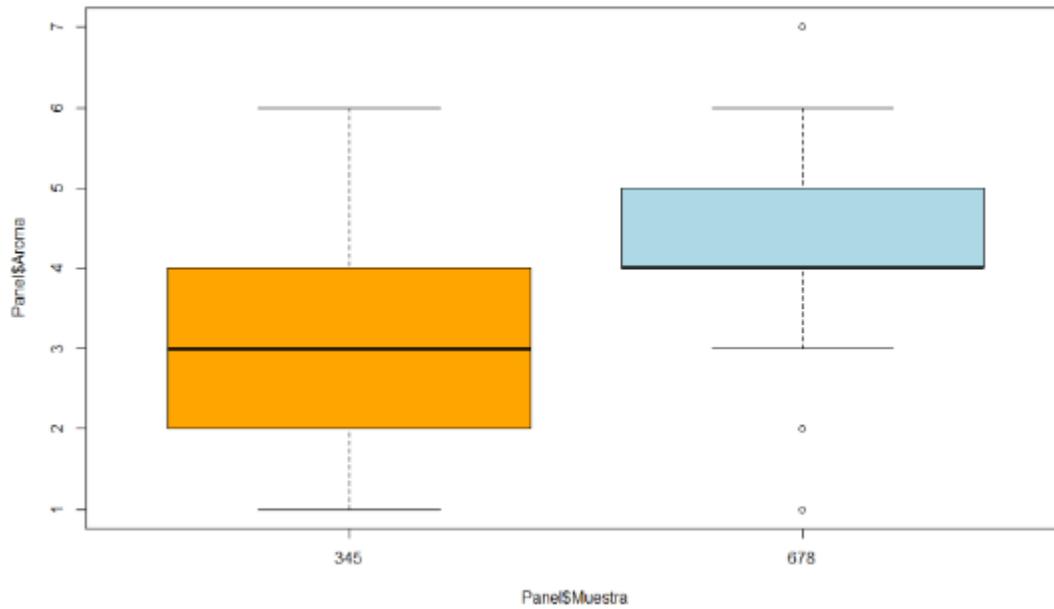
Cuadro 4. Análisis sensorial respecto a la intensidad del saborizante en la muestra

Muestra	Promedio
Nacho de gallina saborizado con barbacoa	5

Fuente: Elaboración propia.

La muestra de nacho de gallina saborizado con barbacoa fue evaluada respecto a la intensidad de saborizante en este. A partir del análisis sensorial para esta muestra, se obtuvo un promedio mayor a 4 como se observa en el cuadro, lo que indica que está muy saborizada. Dado esto, se decidió reducir en 1% la cantidad de saborizante en la siguiente formulación.

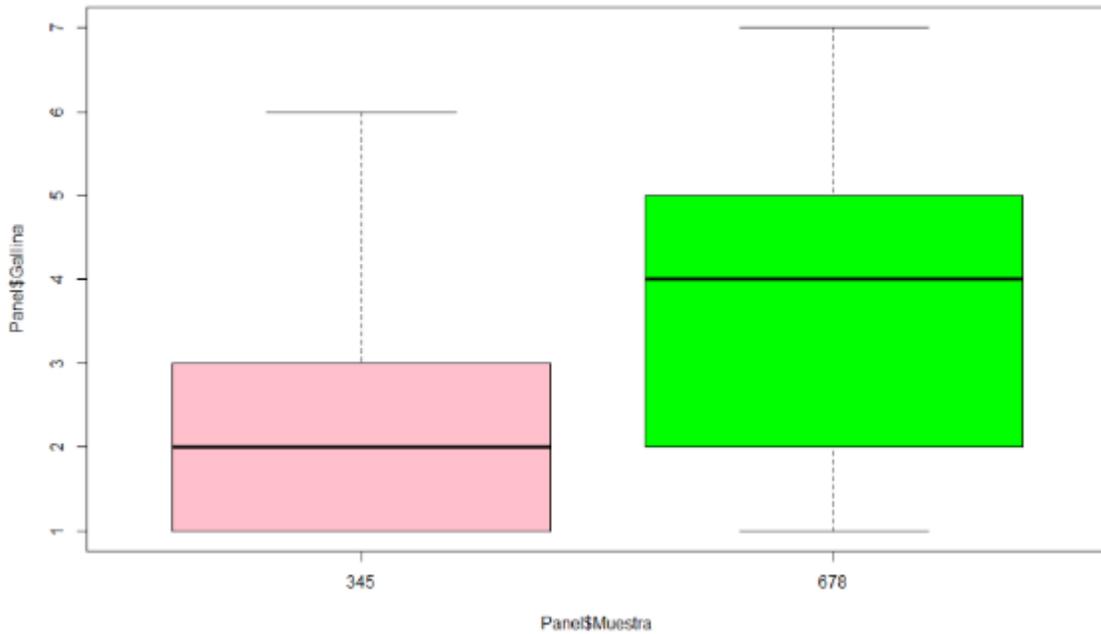
Figura 13. Diagrama de caja y bigotes del atributo aroma en función de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

Dado a que se obtuvo un valor p de 1.22×10^{-10} , el cual es menor al alfa 0.05, se puede concluir que sí existe una diferencia significativa entre el aroma de la muestra original y el aroma de la muestra con barbacoa. La muestra de barbacoa presentó un promedio de 4, lo que quiere decir que se encuentra en la categoría de “tal como me gusta”. Como se observa en el gráfico, la media de la muestra original se encuentra debajo del punto 4, lo que significa que la muestra original presenta poco aroma.

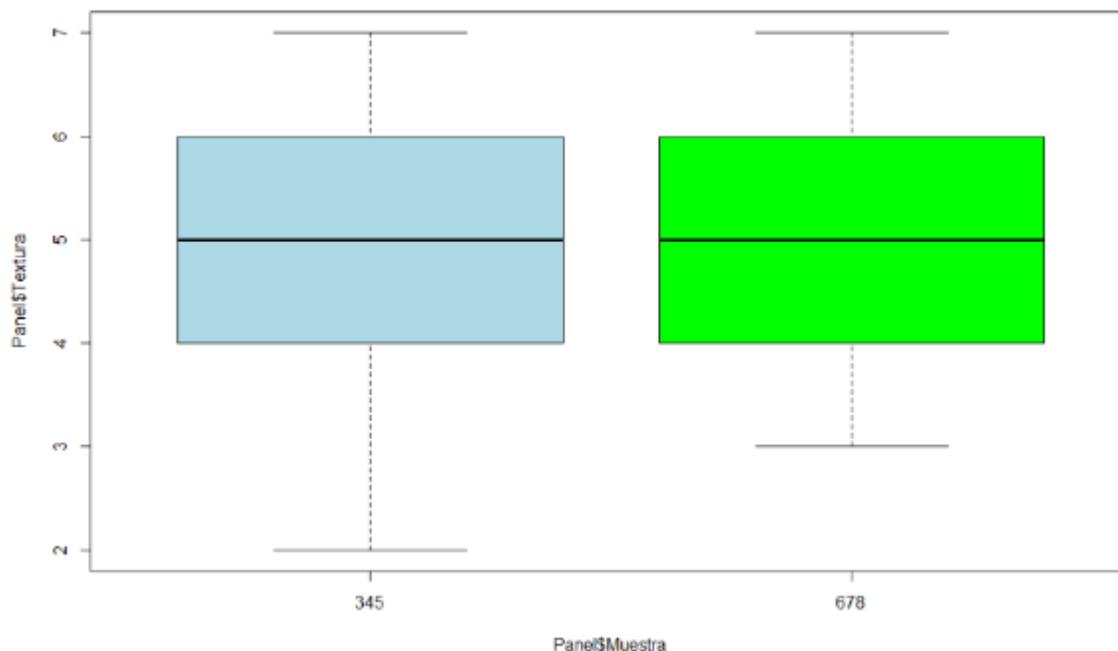
Figura 14. Diagrama de caja y bigotes del atributo sabor a gallina en función de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

Sí existe diferencia significativa en la intensidad del sabor a gallina de la muestra original con la de barbacoa, pues se obtuvo un valor p de 1.07×10^{-9} , el cual es menor al alfa 5%. La muestra de barbacoa presentó una media de 4, lo que significa que el sabor de gallina les gusta exactamente así, debido a que el valor 4 presenta la categoría de “tal como me gusta”. En cambio, la muestra original presenta un promedio de 2, el cual tiene de la categoría de “ningún sabor a gallina”. Aunque es una ventaja que no se perciba de manera fácil el sabor de gallina, el consumidor probablemente busque obtener más sabor de gallina para poder llegar a una media de 4, donde este se encuentre en la categoría de “tal como me gusta”.

Figura 15. Diagrama de caja y bigotes del atributo textura en función de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

El valor p presentado para la prueba t de textura fue de 0.287, el cual es mayor al alfa. Esto indica que no existe diferencia significativa en la textura de ambas muestras. Como se muestra en el gráfico, ambas muestras presentan la misma media, la cual es 5. Este valor para ambas muestras tiende a la categoría de “muy crocante”.

2. Análisis microbiológicos

Cuadro 5. Análisis microbiológico de *Salmonella spp* en nachos de gallina

Muestra	Límite máximo permitido (UFC/g)	Resultado (UFC/g)
Nachos de gallina	Ausencia/25 g	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que la muestra de nachos de gallina tiene ausencia de *Salmonella spp*, se determina que cumple con los requisitos para el análisis microbiológico en cuanto a este microorganismo, tal como lo establece el RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos. Esto indica que el producto es inocuo y puede ser comercializado con la garantía de que no causará daños en el consumidor.

Cuadro 6. Análisis microbiológico de *E. Coli* en nachos de gallina

Muestra	Límite máximo permitido (UFC/g)	Resultado (UFC/g)
Nachos de gallina	< 10 UFC/g (ausencia)	Ausencia

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el producto presenta ausencia de *E. Coli*, se encuentra dentro del límite máximo permitido por el RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos.

Cuadro 7. Análisis microbiológico de recuento de aerobios totales en nachos de gallina

Muestra	Límite máximo permitido (UFC/g)	Resultado (UFC/g)
Nachos de gallina	N/A	< 10 UFC/g

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo un recuento de < 10 UFC/g en el producto, lo cual es aceptable, puesto que para la determinación de aerobios totales no existe un límite máximo permitido por el RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos.

3. Análisis fisicoquímicos

Cuadro 8. Análisis fisicoquímico de la actividad de agua de los nachos de gallina

Muestra	Actividad de agua (± 0.005)
Nachos de gallina	0.372

Fuente: Elaboración propia.

No existe una normativa para *snacks*, por lo tanto, no se señala ningún rango o límite permitido para la actividad de agua en este tipo de productos. La literatura establece un valor de 0.08 para el *snack* tipo papalina (Duarte, 2019). Como se puede observar en el Cuadro 8, los nachos presentan un valor de actividad de agua por encima del valor establecido por la literatura, aunque es considerablemente bajo. A pesar de que los valores de actividad de agua de los nachos de gallina se encuentren sobre el valor máximo definido por la literatura, los microorganismos no presentan proliferación a bajas actividades de agua. Los hongos son los microorganismos con mayor resistencia, pues se pueden desarrollar a valores de actividad de agua de 0.6. Con la actividad de agua de este producto, es poco probable que se desarrollen microorganismos.

Como se muestra en el Anexo 3, la competencia presenta valores menores de actividad de agua que el del nacho de gallina, aunque son valores cercanos bajos.

Cuadro 9. Estadística descriptiva de humedad de los nachos de gallina

Muestra	Contenido de humedad (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
1	2.65	2.70	0.08
2	2.66		
3	2.80		

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el Anexo 3, el rango de contenido de humedad de los nachos de la competencia evaluados es de 1.7-2.4 % humedad. Según Duarte (2019), el valor aceptable de humedad en el *snack* que evalúa por medio de un estudio de vida útil es de 2%. Como se observa en el cuadro, el contenido de humedad obtenido experimentalmente de los nachos de gallina es de 2.70%, el cual se encuentra cercano tanto al valor de la competencia como el valor establecido por la literatura.

Cuadro 10. Estadística descriptiva del análisis de dureza de los nachos de gallina

Muestra	Dureza (N)	Promedio (N)	Desviación estándar
1	10.55	9.65	2.71
2	11.80		
3	6.61		

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la medición de la dureza de los nachos de gallina expresados en gramos-fuerza, mediante el uso del equipo texturómetro marca Brookfield. Se usó la ecuación de conversión de 1N= 101.97 gramos-fuerza, para obtener la dureza de las muestras en Newtons (N). Se obtuvo una dureza de 9.65 N de los nachos de gallina, la cual se acerca al rango de valores de dureza establecido por la literatura para un *snack* tipo nacho. Salinas (2017) obtuvo un rango de dureza entre 10.26 y 14.34 N para un nacho de harina de frijol y harina de maíz. Esto indica que la harina de gallina provoca que el nacho presente una menor dureza que en un nacho de harina de frijol y de maíz. Se sabe que la harina de gallina contiene alto nivel de proteína, por lo que la menor dureza del nacho de gallina a comparación del nacho de harina de frijol y maíz se debe a que a medida que un producto contiene más proteína, presenta una menor dureza que aquellos productos con

bajo contenido de proteína (Salinas, 2017). El Anexo 11 muestra el resultado de la dureza generado por el texturómetro Brookfield.

La dureza evaluada en la competencia va desde una dureza de 5.64 a 7.95 N, los cuales son unos valores de dureza bajos, aunque cercanos, del nacho de gallina. Cabe destacar que la dureza de los nachos Bocados es de 25.11 N, lo que indica que es bastante duro el nacho. Los nachos de gallina presentan una dureza ligeramente mayor a la competencia tal como la marca Doritos, Diana y Los Cebollines, pero menor a la de los nachos marca Bocados. Estos datos de la competencia se muestran en el Anexo 3.

Cuadro 11. Análisis del índice de peróxidos de los nachos de gallina

Muestra	Índice de peróxidos (mEq/kg)	Promedio (mEq/kg)
1	4.97	4.96
2	4.95	

Fuente: Elaboración propia.

La literatura establece que se considera como baja tendencia a la rancidez de productos con índice de peróxidos menores a 4 mEq/kg, con tendencia media entre 4 y 9 mEq/kg, y con tendencia alta a los que presentan un valor mayor a 9 mEq/kg. Como se puede observar en el cuadro, se obtuvo un índice de peróxidos que se encuentra en una tendencia media. Este dato fue determinado el día de producción del lote de los nachos de gallina. El desarrollo de peróxidos en el producto recién producido se atribuye a la oxidación del aceite, la cual se incrementa con la temperatura y tiempo de la fritura.

4. Análisis proximal

a. *Contenido de proteína*

Cuadro 12. Estadística descriptiva del análisis de proteína de los nachos de gallina

Muestra	Contenido de proteína (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
1	18.07	17.95	0.22
2	17.70		
3	18.09		

Fuente: Elaboración propia.

El contenido de proteína determinado en los nachos de gallina es de 17.95%, el cual es considerablemente más alto que los contenidos de proteína de la competencia como se muestra en el Anexo 5. La competencia evaluada presenta valores de proteína

entre 6.67% y 8.89%, lo que indica que el contenido de proteína obtenido de los nachos de gallina es un poco más del doble del contenido de la competencia.

Según el RTCA, se puede declarar la proteína como “fuente”, “adicionado” “enriquecido” y “fortificado” cuando el producto contiene no menos de 10% del VRN por 100 g o contiene no menos de 5% del VRN por 100 ml o contiene no menos de 5% de VRN por 100 Kcal, o contiene no menos del 10% del VRN por porción del alimento. Es por esto que el producto puede declararse como “fuente de proteína”, pues cumple con las condiciones establecidas por el RTCA.

b. Contenido de grasa

Cuadro 13. Estadística descriptiva del análisis de grasa de los nachos de gallina

Muestra	Contenido de grasa (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
1	15.06	19.19	4.94
2	17.84		
3	24.67		

Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el cuadro, el contenido de grasa del producto es menor que el contenido de grasa de la competencia evaluada como se muestra en el Anexo 5. Esto indica que los nachos de gallina formulados son un producto con mayor ventaja a la salud del consumidor, pues, aunque hay grasas buenas y grasas malas, el consumo excesivo de grasa daña la salud. Según Cabezas-Zábala et al. (2016), el consumo excesivo de alimentos con altos contenidos de grasa promueve el almacenamiento excesivo de grasa, lo cual impacta el peso corporal y la salud general.

c. Contenido de sodio

Cuadro 14. Estadística descriptiva del análisis de sodio en los nachos de gallina

Muestra	Contenido de sodio (%)	Promedio (%)	Desviación estándar
1	1.71	1.63	0.06
2	1.63		
3	1.58		
4	1.62		

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó el contenido de sodio en el producto por medio de espectrofotometría de llamas y se obtuvo un valor considerablemente más alto que el

contenido de sodio de la competencia como se muestra en el Anexo 5. Esto se puede deber al contenido de sodio que el saborizante presenta. Se recomienda que se modifique la formulación donde se utilice un saborizante con menor contenido de sodio.

Cabe destacar que los análisis proximales se realizaron a los nachos de gallina saborizados con barbacoa, por lo que posiblemente los nachos de gallina sin saborizar contienen menos sodio.

D. Etiqueta nutricional

Figura 16. Etiqueta nutricional de los nachos de gallina

Información Nutricional	
Tamaño de la porción	45 g
Porciones por envase	1
Cantidad por porción	
Energía	550 kJ
	% de valor diario*
Grasa total 9g	12%
Grasas saturadas 0.5g	2%
Sodio 730mg	32%
Carbohidratos totales 25g	9%
Fibra dietética 2g	4%
Proteína 8g	
Vitamina A 0%	Potasio 1%
Calcio 2%	Hierro 10%
* Los porcentajes de valores diarios se basan en una dieta de 2,000 calorías, según valores de la FDA.	

Fuente: Elaboración propia.

Mediante el análisis proximal de proteína, grasa y sodio, se pudo determinar el contenido de estos nutrientes en una porción de 45 gramos de producto, lo que compone una bolsa individual. Los demás nutrientes declarados en la etiqueta nutricional se determinaron mediante cálculos teóricos con las etiquetas de cada ingrediente, y tablas del INCAP. Con las recomendaciones diarias de la OMS, se determinó el porcentaje de valor diario de cada nutriente, que aporta a la dieta de consumidor. Cabe destacar que para la realización de la etiqueta nutricional del producto se cumplió con todos los requisitos establecidos por el RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años.

La proteína del producto presenta el 16% del valor diario recomendado a consumir, lo cual es considerablemente alto, por lo que se denomina al producto “fuente de proteína”.

El producto contiene un 10% del valor diario de hierro, puesto que la base del producto es carne de gallina, y esta por ser una fuente de origen animal, aporta contenido alto de hierro.

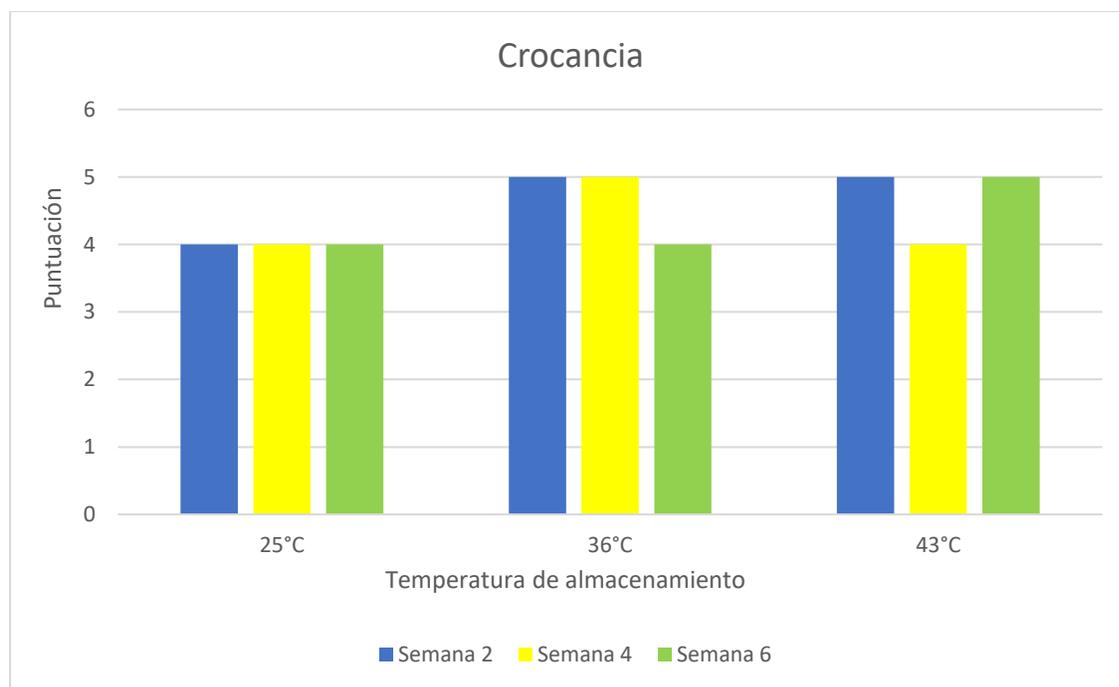
E. Empaque

El empaque que se usó para contener y conservar los nachos de gallina fue un trilaminado compuesto por PET/BOPP Metalizado/LDPE, el cual fue cotizado en la empresa de empaques Fipasa Guatemala. Como se muestra en las especificaciones del empaque del Anexo 29, este cuenta con barreras contra WVTR y OTR, vapor de agua y oxígeno respectivamente. Esto indica que el empaque usado en el producto presenta impermeabilidad a la humedad y el oxígeno, lo que provoca que el producto se mantenga protegido y sin contaminantes. Es importante que el empaque tenga estas barreras para evitar el ingreso de agua u oxígeno, puesto que ambos componentes causan el crecimiento microbiano en los alimentos y pueden acelerar la reacción de oxidación de las grasas y formación de peróxidos. Este empaque contendrá 45 y 400 gramos de producto según sea la presentación. Se decidieron estas presentaciones debido a que al analizar a la competencia se pudo observar que brindan una presentación individual y una familiar.

F. Estudio de vida útil

1. Evaluación sensorial

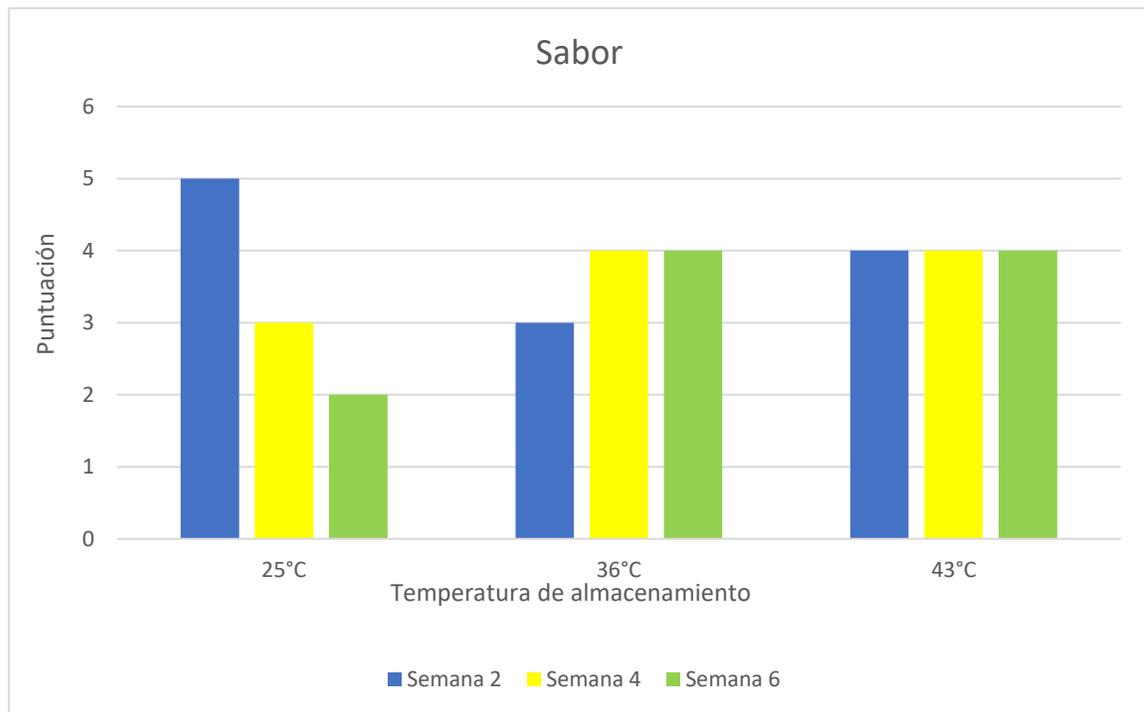
Figura 17. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según la crocancia



Fuente: Elaboración propia.

Mediante el gráfico se puede determinar que la crocancia cumple con el parámetro mínimo establecido por Duarte (2019), el cual es 2 para crocancia en la escala de la evaluación sensorial. Esto indica que el producto no se vio afectado en cuanto aceptación por el consumidor en cuanto a la crocancia del mismo a lo largo del estudio acelerado.

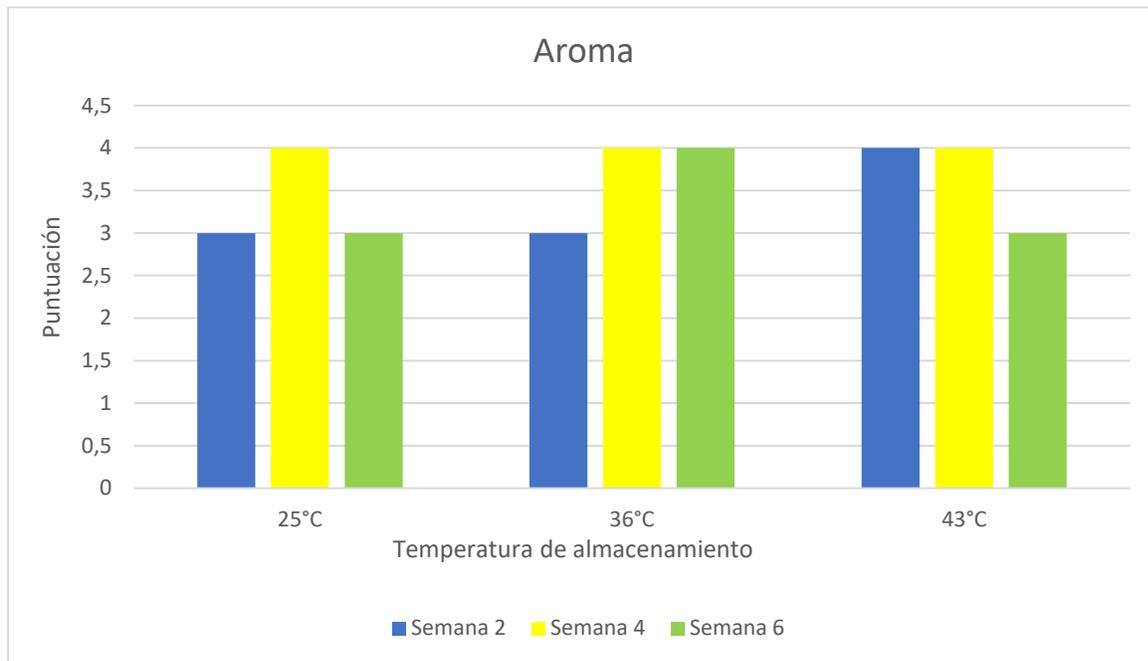
Figura 18. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según el sabor



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en el gráfico, el producto cumple con respecto a la puntuación del sabor a lo largo de las 6 semanas, a excepción de 1 punto, el cual es representado en la semana 6 a 25°C de almacenamiento. Este punto presenta un valor de 2, el cual es menor al límite mínimo permitido que se estableció que fuera 3 para sabor. La baja puntuación del producto a 25°C en la semana 6 se pudo deber a que la grasa del producto comenzara a presentar rancidez.

Figura 19. Análisis sensorial de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil según el aroma



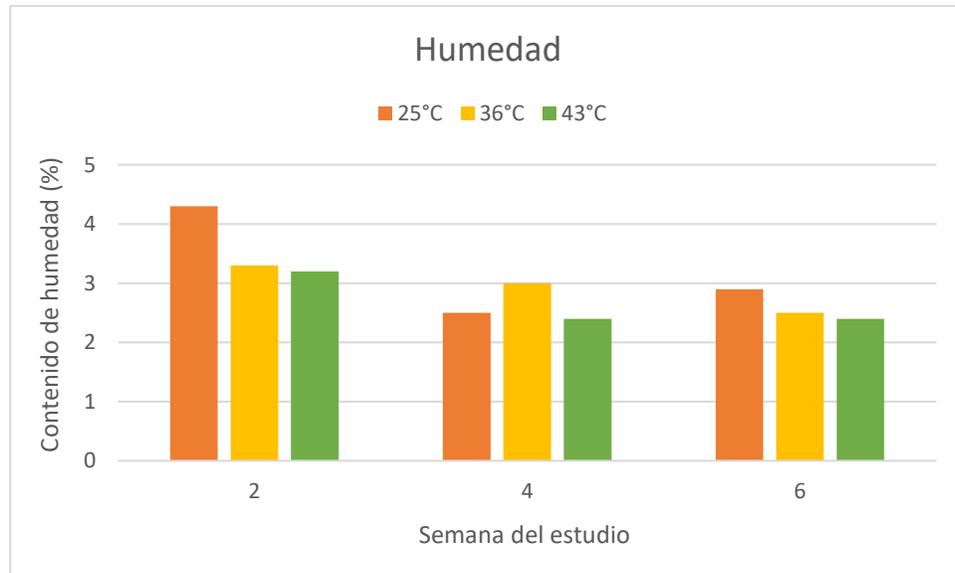
Fuente: Elaboración propia.

Se estableció que el límite mínimo aceptable para el atributo del aroma es de 3 puntos. El gráfico muestra que el producto cumple con el aroma a lo largo de las seis semanas a las tres temperaturas de almacenamiento evaluadas, pues el punteo del aroma se encuentra en 3 como el valor más bajo.

Esto indica que el producto cumple con las características sensoriales por el tiempo de vida útil estimado por medio del índice de peróxidos, debido a que presentó aceptación por parte del consumidor a lo largo de las seis semanas del estudio y a las tres diferentes temperaturas usadas para el método acelerado.

2. Evaluación del contenido de humedad

Figura 20. Análisis de humedad durante el estudio de vida útil



Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico, la humedad tuvo fluctuaciones muy evidentes a lo largo del estudio de vida útil. El dato inicial de la humedad fue de 4% de humedad, diferente al obtenido por medio del método AOAC, pues para el estudio de vida útil se usó la balanza de humedad. En la semana 2, el valor de humedad se vio incrementado para los 25°C, lo cual se debió a que la humedad del ambiente logró ingresar al producto por medio del empaque.

A partir de la semana 2 en todas las temperaturas, la humedad se vio reducida debido a que las incubadoras de 36°C y 43°C no tienen control de humedad, por lo que el calor de estas logró secar la humedad de las muestras haciendo que presentaran valores de humedad cada vez más bajos. La humedad en este tipo de estudio no fue un atributo evaluado que aportara a la experimentación, pues no se logró el control de esta para evaluarla en función del tiempo. Dado esto se recomienda usar incubadoras con control de humedad para evitar datos erróneos en cuanto a la humedad de un producto sometido a un estudio de vida útil.

3. Evaluación del índice de peróxidos

Cuadro 16. Análisis del duplicado del índice de peróxidos de los nachos de gallina para la determinación de su vida útil

Semana	Temperatura de almacenamiento (°C)	Muestra	Índice de peróxidos (mEq/kg)	Promedio (mEq/kg)
2	25	1	5.00	5.00
		2	--	
	36	1	--	14.86
		2	14.86	
	43	1	9.97	9.98
		2	9.99	
4	25	1	4.97	4.97
		2	--	
	36	1	--	14.90
		2	14.90	
	43	1	19.89	17.42
		2	14.96	
6	25	1	4.99	4.99
		2	5.00	
	36	1	14.93	14.90
		2	14.87	
	43	1	24.96	21.21
		2	17.46	

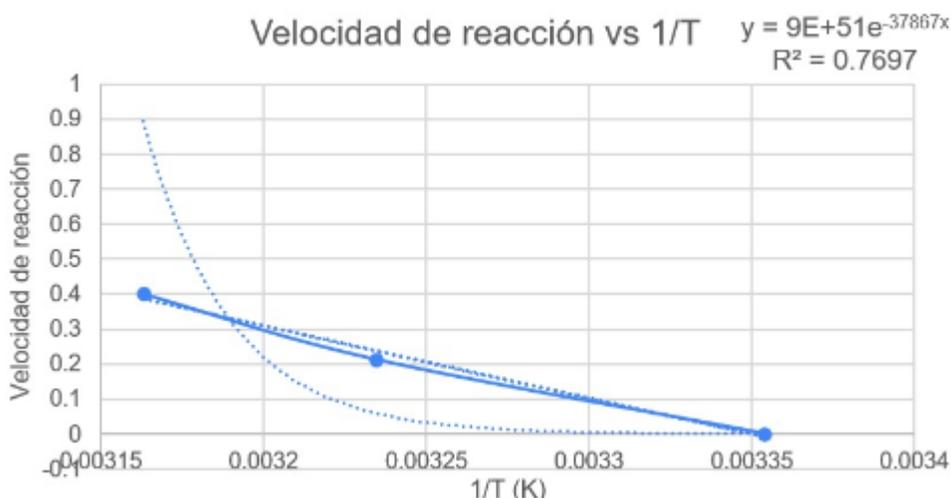
Fuente: Elaboración propia.

Se determinó que la variable crítica de deterioro de los nachos de gallina es la rancidez oxidativa. Esta se evaluó mediante el análisis de índice de peróxidos durante el estudio de vida útil para poder determinar en función de esta, el tiempo de vida del producto.

Como se puede observar en el Cuadro 16, el índice de peróxidos del producto almacenado a 43°C va aumentando a medida que transcurren las semanas del estudio de vida útil y presentando los valores más altos en las semanas 4 y 6. El producto almacenado a 25°C y a 36°C presenta valores de índice de peróxidos que se mantienen a lo largo del estudio. Cabe destacar que el índice de peróxidos del producto almacenado a 36°C es más alto que el almacenado a 25°C. Esto indica que a medida que aumenta la temperatura y el tiempo, aumenta el valor del índice de peróxidos, pues el calor acelera las reacciones de oxidación de las grasas y formación de peróxidos.

4. Estimación de vida útil

Figura 21. Gráfico de velocidad de reacción en función de 1/T para la determinación de la vida útil por el método de Arrhenius



Fuente: Elaboración propia.

Se generó el gráfico de la velocidad de reacción del índice de peróxidos del producto a las diferentes temperaturas evaluadas. A partir de este gráfico de Arrhenius, se logró interpolar para obtener el tiempo de vida útil, utilizando 9 mEq/kg como límite máximo aceptable de índice de peróxidos en los nachos.

Cuadro 17. Vida útil del producto con base en el análisis del índice de peróxidos

Muestra	Vida útil (días)	Vida útil (meses)	Vida útil (años)
Nachos de gallina saborizados con barbacoa	953	30	2.5

Fuente: Elaboración propia.

A partir del análisis del índice de peróxidos a tres diferentes temperaturas a lo largo de seis semanas, se determinó por medio del método de Arrhenius que los nachos de gallina saborizados con barbacoa tienen una vida útil de 30 meses o 2 años y medio. La vida útil es considerablemente alta, por lo que se recomienda tomar en cuenta la crocancia y textura del producto para poder realizar el estudio de vida útil con base en ese atributo.

Esta vida útil fue alta debido a que solamente se tomó en cuenta el atributo de índice de peróxidos y no la textura, la cual es una variable muy importante en los *snacks*.

G. Ficha técnica

Figura 22. Ficha técnica del producto nachos de gallina

	Ficha Técnica Nachos de gallina sabor barbacoa	Página 1 de 2
--	---	----------------------

Documento General:
FICHA TÉCNICA

1. DESARROLLO:

1.1. Descripción: Nachos de forma triangular a base de harina de gallina y demás ingredientes con saborizante de barbacoa.

1.2. Características organolépticas

Características Organolépticas		Método
Aspecto	<i>Color uniforme, triangular, grosor 1 mm</i>	Sensorial
Color	<i>Dorado con naranja</i>	
Olor	<i>Barbacoa</i>	
Sabor	<i>Barbacoa y ligeramente a gallina</i>	

1.3. Propiedades fisicoquímicas

Características Fisicoquímicas		Método
Humedad	<i>2.7-2.8%</i>	AOAC
Actividad de agua	<i>0.37 - 0.39</i>	Aqualab
Índice de peróxidos	<i>4.9-5.0 mEq/kg</i>	AOAC
Dureza	<i>9.65 N</i>	Texturómetro

1.4. Parámetros microbiológicos

Parámetro	Unidades	Límite Máximo Permitido*	Resultado
<i>Salmonella spp</i>	UFC/g	Ausencia/ 25 g	Ausencia
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/g	< 10 UFC/g	Ausencia
Recuento de aerobios totales	UFC/g	N/A	< 10 UFC/g

*Fuente: RTCA 67.04.50:08 Alimentos. Criterios Microbiológicos Para La Inocuidad De Alimentos. (Gi-DE-07).

	Ficha Técnica Nachos de gallina sabor barbacoa	Página 2 de 2
--	---	----------------------

1.5. Información Nutricional

Contenido de proteína: 17.7% - 18.1%

Contenido de grasa: 19%

Contenido de sodio: 1.58% - 1.71%

1.6. Declaración de alérgenos

Materiales	Contiene	No contiene
Cereales que contienen gluten y productos derivados.	X	
Crustáceos y sus productos derivados		X
Huevos y productos de los huevos		X
Pescado y productos pesqueros		X
Maní, soya y sus productos derivados		X
Leche y productos lácteos		X
Almendras, avellanas, nueces, pistachos y productos derivados		X

1.7. Declaración OGM's: No contiene

1.8. Vida útil: 30 meses

1.9. Uso Previsto: Listo para consumir.

1.10. Condiciones de Manejo y Almacenamiento: Almacenar en un lugar fresco y seco.

1.11. Empaque

1.11.1. Primario: Trilaminado: PET/BOPP Metalizado/LDPE

1.11.2. Secundario: Cajas de cartón

Nota: todas las presentaciones deben tener el lote y fecha de vencimiento, que debe ser colocado en los espacios asignados del empaque.

Fuente: Elaboración propia.

En la ficha técnica se encuentra resumida toda la información relevante del producto, tal como la descripción del producto, características organolépticas, fisicoquímicas, parámetros microbiológicos, información nutricional relevante, declaración de alérgenos, vida útil y empaque.

H. Etiquetado general

Cuadro 18. Etiqueta general cumpliendo los requerimientos por el RTCA

PARTE FRONTAL	PARTE TRASERA
<p>Nombre del producto</p> <p>Nachos a base de gallina</p> <p>Fuente de proteína</p> <p>Contenido neto 45 g</p>	<div data-bbox="756 380 1247 953" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Información Nutricional</p> <p>Tamaño de la porción 45 g</p> <p>Porciones por envase 1</p> <p>Cantidad por porción</p> <p style="text-align: center;">Energía 550 kJ</p> <hr/> <p style="text-align: right;">% de valor diario*</p> <p>Grasa total 9g 12%</p> <p style="padding-left: 20px;">Grasas saturadas 0.5g 2%</p> <p>Sodio 730mg 32%</p> <p>Carbohidratos totales 25g 9%</p> <p style="padding-left: 20px;">Fibra dietética 2g 4%</p> <p>Proteína 8g</p> <hr/> <p>Vitamina A 0% Potasio 1%</p> <p>Calcio 2% Hierro 10%</p> <p><small>*Los porcentajes de valores diarios se basan en una dieta de 2,000 calorías, según valores de la FDA.</small></p> </div> <p>Producto centroamericano.</p> <p>Hecho en Guatemala.</p> <p>Producido y distribuido por XXX en dirección XXX</p> <p>Lote: XXX</p> <p>Fecha de vencimiento: XXX</p> <p>Almacenar en lugar seco y fresco.</p> <p>Registro Sanitario XXX</p> <p>Ingredientes: Gallina pulverizada, harina de trigo, harina de maíz, pimienta, sal, saborizante de barbacoa.</p> <p>CONTIENE GLUTEN</p>

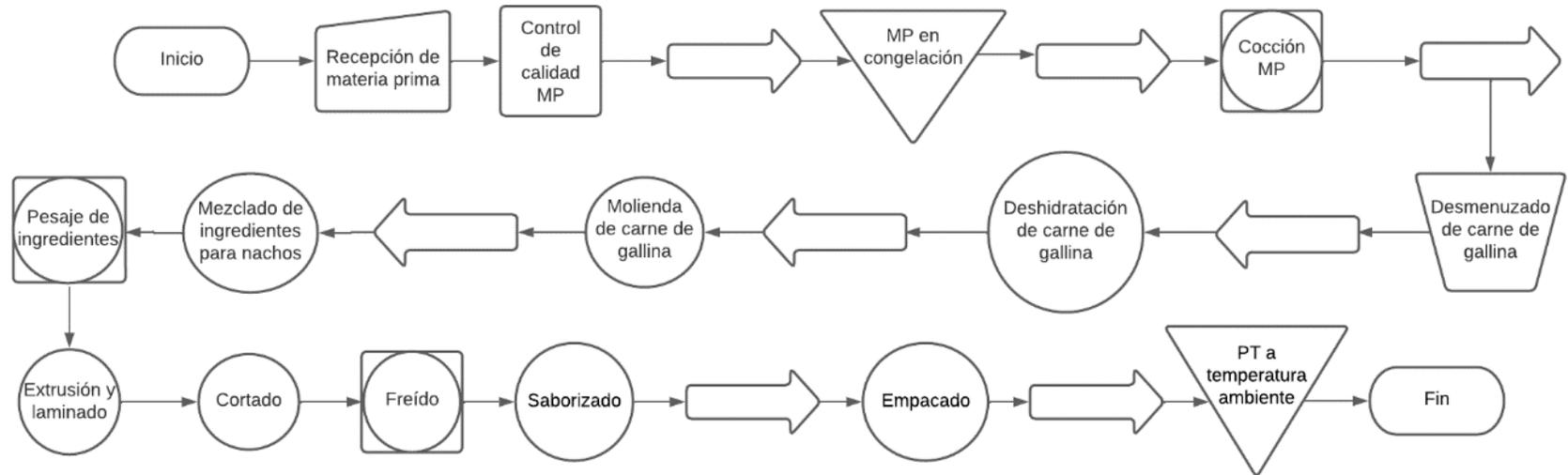
Fuente: Elaboración propia.

En la parte frontal del empaque, se declara “fuente de proteína” al producto, pues este cumple con las condiciones dictaminadas por el RTCA 67.01.60:10 Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años. Se elaboró el etiquetado general cumpliendo los requerimientos del RTCA 67.01.07:10 Etiquetado general de los alimentos previamente

envasados (preenvasados). Una declaración importante del etiquetado general del producto es el contenido de alérgenos, puesto que el gluten forma parte de este grupo. Uno de los ingredientes secundarios de la formulación contiene gluten, por lo que es necesario declarar el mismo.

I. Diagrama de ingeniería

Figura 23. Diagrama de ingeniería del proceso productivo de los nachos de gallina



Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró el diagrama de ingeniería del proceso productivo de nachos de gallina saborizados con barbacoa. Las flechas en el diagrama representan la movilidad del producto o su transporte a la siguiente etapa del proceso. Las etapas en triángulo tales como materia prima en congelación y producto terminado a temperatura ambiente se refieren a etapas que requieren almacenamiento. Los procesos normales se encuentran dentro de un círculo, y los procesos que requieren inspección se encuentran dentro de un círculo y un cuadrado, tales como la cocción de la materia prima, el pesaje de ingredientes y el freído de nachos. Tanto la cocción de las gallinas como el freído de los nachos requieren inspección y control de las temperaturas y tiempos, pues son críticos para la correcta cocción de la materia. El pesaje de ingredientes requiere control en cuanto a que se pese exactamente la cantidad de cada ingrediente para respetar la formulación. El trapecio engloba al proceso manual de desmenuzando de carne de gallina. Este diagrama contiene todos los procesos para la elaboración de nachos de gallina, donde se incluye el saborizado en caso fueran saborizados con barbacoa. Si fuera el caso de los nachos originales se omite esta etapa del proceso.

J. Propuesta de equipos para el proceso productivo

Cuadro 19. Propuesta de maquinaria para cada etapa del proceso productivo de los nachos de gallina

Etapas del proceso	Equipo
Cocción de gallinas	Marmita
Deshidratación	Deshidratador de bomba de calor
Molienda	Molino
Mezclado	Mezcladora/Revolvedora TH-100
Laminado	Laminadora/ Máquina de rodillos para tostada charra
Corte	Cortadores para nachos y totopos
Fritura	Freidora/Dorador para tostada charra
Saborizado	Saborizador/ Tambor rotatorio
Empaque	Empacadora

Fuente: Elaboración propia.

Se propuso una serie de equipos para cada proceso necesario para la fabricación de nachos de gallina. Como se observa en el cuadro, todas las etapas del proceso requieren un equipo diferente.

K. Costeo primo

Cuadro 20. Costeo del producto nachos de gallina

Presentación (g)	Nachos de gallina originales	Nachos de gallina saborizados con barbacoa
45	Q. 2.32	Q. 2.54
400	Q. 17.91	Q. 20.15

Fuente: Elaboración propia.

Se determinó el costo de los nachos de gallina originales y saborizados con barbacoa. Tomando en cuenta los insumos de materia prima, el aceite de fritura, saborizante y el empaque, se determinó que el costo por unidad de 45 gramos y 400 gramos de nachos de gallina originales es de Q. 2.32 y Q. 17.91 respectivamente. El costo de los nachos de gallina saborizados con barbacoa para la presentación de 45 y 400 gramos es de Q. 2.54 y Q. 20.15 respectivamente. A partir de estos costos se puede evidenciar que se incrementa el costo con la adición del saborizante. Cabe destacar que el costo primo de los nachos en presentación de 45 gramos es considerablemente bajo, pues Muralles (2022) detalla en su trabajo que el precio final de este producto es más bajo al compararlo con la competencia de otras marcas.

Se estableció que el aceite de fritura se utilizaría 22 veces, pues según la literatura (Suaterna, 2009) en la industria alimentaria se utiliza esta cantidad de veces y este sigue teniendo calidad para freír. Se recomienda la validación de las características de calidad del aceite de fritura. Con este dato fue posible calcular el costo del aceite usado para freír un lote de nachos de gallina y posteriormente determinar el costo del aceite por unidad de producto (45 gramos y 400 gramos).

VIII. CONCLUSIONES

- Se desarrolló la formulación del nacho de gallina basado en los requisitos del consumidor aplicando las buenas prácticas de manufactura y cumpliendo con la legislación del Reglamento Técnico Centroamericano.
- Se estandarizó y se realizó la validación técnica del proceso de elaboración de nachos de gallina, mediante un análisis sensorial preliminar, proximal, microbiológico y fisicoquímico.
- Por medio del análisis sensorial, se determinó que el nacho de gallina saborizado con barbacoa fue más aceptable por parte del consumidor que el nacho de gallina original.
- El nacho de gallina es inocuo porque cumple con los límites máximos permitidos para la *Salmonella spp* y *Escherichia coli* según lo establece el RTCA. Asimismo, el nacho de gallina presenta una actividad de agua y contenido de humedad que no fomenta el crecimiento microbiano en el producto.
- El nacho de gallina puede declararse como “fuente de proteína” debido a que cumple con contener no menos del 10% del VRN por 100 g, como lo establece el RTCA, por lo que el nacho de gallina presenta más del doble del contenido de proteína, menos grasa y mayor contenido de sodio que la competencia.

- Se estimó 30 meses de vida útil de los nachos de gallina utilizando el método de Arrhenius a 25°C evaluando la variable crítica de rancidez oxidativa, mediante el análisis del índice de peróxidos durante el estudio.
- Se evidenció la aceptación del producto en cuanto a la crocancia y aroma para el tiempo de vida útil.
- Se realizó un análisis de costos de materia prima y del material de empaque PET/BOPP Metalizado/LDPE con barreras contra la humedad y el oxígeno, donde se determinó que, para los nachos de gallina originales en presentación de 45 y 400 gramos, el costo es de Q. 2.32 y Q. 17.91 respectivamente. Para los nachos de gallina saborizados con barbacoa en presentación de 45 y 400 gramos, el costo primo es de Q. 2.54 y Q. 20.15 respectivamente.

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar saborizantes con menor contenido de sodio o utilizar sustitutos de sodio en los saborizantes, como semilla de apio o pimienta negra, los cuales resaltan y potencian sabores salados, con el fin de no sobrepasar los límites de ingesta de sodio establecidos por la OMS (Reyes, 2006).
- Se sugiere realizar una validación del uso del aceite de fritura de los nachos de gallina. Según Suaterna (2009) para determinar la calidad del aceite o grasa de fritura se deben evaluar parámetros tales como los compuestos polares, y polímeros o monómeros de ácidos grasos cíclicos.
- Es recomendable evaluar la textura tanto sensorial como fisicoquímicamente con texturómetro de un alimento para la estimación de su vida útil tal como lo lleva a cabo (Valencia et al., 2008). Esto con el fin de obtener una vida útil más certera tomando en cuenta la aceptabilidad del producto.
- Se sugiere estimar la vida útil del producto por medio de métodos acelerados de cinética de reacciones tomando en cuenta el contenido de humedad de este, pero en incubadoras con control de humedad para evitar que afecten el contenido de humedad y sequen al producto, generando datos erróneos. Ortíz & Zúñiga (2019) en su trabajo, diseñan un sistema de control de temperatura y humedad, e implementan un software LABVIEW para sus incubadoras.
- Se sugiere el trabajo en equipo para llevar a cabo el desarrollo del producto.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, K., Alejo, B., Coaguila, L., & Farfan, S. (2019). *NACHOS REFORZADOS CON ALFALFA*. Universidad San Ignacio de Loyola.
- American association of avian pathologists. (2008). *A laboratory manual for the isolation, identification and characterization of avian pathogens* (Fifth edition). OmniPress.
- Anmat Federal, Ministerio de Salud, & Red Nacional de Laboratorios Oficiales de Análisis de Alimentos. (2011). *ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS*.
- Argueta, K. (2014). *Identificación y cuantificación de los colorantes artificiales: amarillo ocaso FCF (15,985), rojo allura FD&C rojo No. 40 (16,035) y tartrazina FD&C amarillo No. 5 (19,140) en Alimentos Tipo Snack's a Base de Cereal de Maíz con Queso, Obtenidos a Partir de un Proceso Expandible y Producidos en Guatemala*. Universidad San Carlos de Guatemala.
- Ballester, M., Cruz, D., & Torres, J. (2017). *Elaboración productos cárnicos, cabano y jerky de sabores, a base de carne de equino*. Universitaria Agustiniana.
- Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., Vargas-Zarate, M., Cabezas-Zábala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2016). Aceites y grasas: efectos en la salud y regulación mundial. *Revista de La Facultad de Medicina*, 64(4), 761. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.53684>
- Camas, G., Ruiz, B., Mendoza, P., Portillo, R., Hernández, A., & Cigarroa, F. (2020). Comportamiento productivo y composición de la canal de la gallina de Guinea (Numida meleagris). *Abanico Veterinario*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.21929/abavet2020.34>
- Capella, M. (n.d.). *HAGA UNA PELECHA FORZADA DE GALLINAS PONEDORAS*. *Programa Aves*, 30–31.
- Cipriani, C. (2016). *Efecto del Empaque en el Contenido de Humedad Final para dos Tipos de Manzanas Deshidratadas en Almacenamiento Controlado*.
- Costa, A., Dekker, M., & Jongen, W. (2001). Quality function deployment in the food industry: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 11(9–10), 306–314. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00002-4)
- Duarte, J. (2019). *Determinación de vida útil en snack de tipo papa frita*.
- EFE. (2021, December 27). *Muertes por desnutrición aguda se duplican en Guatemala durante 2021*.
- Escobar, P. (2021). *UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD*

PROTEICA Y ACEPTABILIDAD DE TRES FORMULACIONES DE TORTILLAS DE MAÍZ Y FRIJOL TIPO “SNACK.”

- FDA. (2020). Proteína ¿Qué es? In *Etiqueta de información nutricional interactiva*. www.fda.gov/nutritioneducation
- FDA. (2022, March). *Bacteriological Analytical Manual (BAM)*.
- Fernández, R. (2012). Introducción a la contabilidad de costos. *Revista Libera*, 7–8.
- Fipasa. (2022). *Especificaciones del empaque PET/BOPP Metalizado/LDPE*.
- Fischer, M. (2015). *La Malnutrición en Guatemala-Frenando el desarrollo de nuestro país*.
- Garzón, L., & Mesías, D. (2019). *EVALUACIÓN DE CALIDAD BROMATOLÓGICA DE GRASA Y PROTEÍNA OBTENIDA DE LARVA DE MOSCA (DOMÉSTICA), PARA UN USO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA ALIMENTICIA PECUARIA*. Universidad Técnica de Cotopaxi.
- González, F., Avila, M., Gil, Y., & Velasco, D. (2016). *PROCESO DE FABRICACION DE LA HARINA PRECOCIDA DE MAIZ*.
- Lamarque, A., Zygadlo, J., Labuckas, D., López, L., Torres, M., & Maestri, D. (2008). *Fundamentos teórico-prácticos de química orgánica* (Primera edición). Brujas.
- López-Beyliss, M., Jozabed Ponce-Galván, J., Alberto Ruvalcaba-Lugo, L., Hidemi Ortega-Armenta, R., López-Tarín, F. B., & Fernando Cuevas-González, P. (2021). *Desarrollo de un producto cárnico horneado tipo galleta a base de menudillos de pollo Development of a biscuit-type baked meat product based on chicken giblets ** (Vol. 15, Issue 1). <https://doi.org/PENDIENTE>
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2012). *Metas nutricionales para Guatemala Documento base para la revisión de las Guías Alimentarias*.
- Morales, A. (2007). *Evaluación de cambios microbiológicos, pH, actividad de agua y color de tallarines instantáneos con vegetales y sabor a pollo bajo temperatura de deterioro acelerado*. Zamorano.
- Murallas, S. (2022). *Desarrollo y validación de un estudio de factibilidad para la producción y comercialización de un snack a base de gallinas de descarte*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Núñez, M., Hernández, R., Rodríguez, I., Rodríguez, J., & Torres, Y. (2017). *METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE LOS ALIMENTOS. II. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN*. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(2), 75–82.
- OMS. (2021, June 9). *Malnutrición*.
- Ortíz, J., & Zúñiga, L. (2019). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD PARA UNA INCUBADORA DE HUEVOS EN LA INDUSTRIA AVICOLA*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

- Prieto, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 15, 85–95.
- Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA]. (2010a). *ETIQUETADO GENERAL DE LOS ALIMENTOS PREVIAMENTE ENVASADOS(PREENVASADOS)*.
- Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA]. (2010b). *ETIQUETADO NUTRICIONAL DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS PREENVASADOS PARA CONSUMO HUMANO PARA LA POBLACIÓN A PARTIR DE 3 AÑOS DE EDAD*.
- Reglamento Técnico Centroamericano [RTCA]. (2017). *ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOSALIMENTOS*.
- Revista Perspectiva. (2017, November 30). *Los nuevos snacks naturales ya están en Guatemala*.
- Reyes, B. (2006). *Formulación y aceptabilidad de un sazón bajo en sodio para ser utilizado en la preparación de pollo*. Universidad del Valle de Guatemala.
- Salfinger, Y., & Lou, M. (2001). *Compendium of methods for the Microbiological Examination of Food* (Fourth).
- Salinas, S. (2017). *Desarrollo de un snack a base de harinas de frijol biofortificado Honduras Nutritivo (Phaseolus vulgaris) y maíz nixtamalizado (Zea mays)*.
- Sanz, D., Castells, F., Freixanet, L., & Lagares, J. (n.d.). QDSnacks®: el futuro del *snack* cárnico ahora. *Metalquimia*, 245–256.
- Skoog, D., & West, D. (2010). *Introducción a la química analítica*. Reverté.
- Solórzano, G. (2006). *UTILIZACIÓN DE GALLINA DE DESCARTE EN LA ELABORACIÓN DE UN JAMÓN COCIDO*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Suaterna, A. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 11(1), 39–53. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-41082009000100004&lng=en&nrm=iso&tlng=es
- Suñé, A., Gil, F., & Arcusa, I. (2004). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Díaz de Santos.
- Valencia, F., Millán, L., & Jaramillo, Y. (2008). Estimación de la vida útil fisicoquímica, sensoriale instrumental de queso crema bajo en calorías. *Revista Lasallista de Investigación* , 5(1), 28–33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69550106>
- Valero, T., Rodríguez, P., Ruiz, E., Ávila, J., & Varela, G. (2018). *La alimentación española : características nutricionales de principales alimentos de nuestra dieta* (Segunda edición). Gobierno de España.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Matriz de requisitos de industria

Rubro	Requisito
Materia prima	Gallinas de descarte
Tipo de producto	<i>Snack</i>
Nutrición	Fuente de proteína
Costo	Mínimo

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Lluvia de ideas

- Nachos
- Chicharrones

Anexo 3. Características fisicoquímicas de la competencia

Muestra	Actividad de agua	Humedad (%)	Dureza (N)	Grosor (mm)	Dimensiones (mm)
Nachos de queso Doritos	0.115	2.4	5.87	1.10	60 x 70 x70
Nachos originales Los Cebollines	0.162	2.0	7.95	1.33	90 x 60 x 60
Nachos jalapeños Diana	0.132	1.8	5.64	1.10	50 x 55 x 55
Nachos naturales Bocados	0.190	1.7	25.11	1.40	50 de diámetro

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Características sensoriales de la competencia

Muestra	Sabor	Olor	Color	Imagen
Nachos de queso Doritos	Queso	Queso	Naranja muy fuerte artificial	
Nachos originales Los Cebollines	Maíz	Maíz	Amarillo claro (beige claro)	

Nachos jalapeños Diana	Maíz y picante	Maíz, condimento	Amarillo dorado	
Nachos naturales Bocados	Maíz	Maíz	Amarillo dorado	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Contenido de nutrientes en nachos de la competencia

Muestra	Contenido de proteína (%)	Contenido de grasa (%)	Contenido de sodio (%)
Nachos de queso Doritos	8.89	20.00	0.45
Nachos originales Los Cebollines	6.67	23.33	0.41
Nachos jalapeños Diana	7.14	25.43	0.52
Nachos naturales Bocados	8.00	24.00	0.34

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6. Boleta análisis sensorial

No. Panelista: _____

Fecha: _____

Instrucciones:

Evalúe las muestras que se presentan ante usted de izquierda a derecha, coloque el código de la muestra que evaluará en la sección indicada. Tome agua y coma un trozo de galleta antes de probar cada muestra. Coloque una equis "X" en la casilla correspondiente a su opinión sobre el producto.

¿Con qué frecuencia consume nachos?

- Más de una vez a la semana
- 1 vez a la semana
- 1 vez cada 15 días
- 1 vez al mes
- Eventualmente
- No consumo

Código de muestra: _____

1. ¿Cuánto le gusta la muestra en general?

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

2. ¿Cuánto le gusta la apariencia de la muestra en general?

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9

3. Textura

<input type="checkbox"/>						
Nada Crocante			Tal como me gusta			Muy Crocante

4. Sabor a gallina

<input type="checkbox"/>						
Ningún sabor a gallina			Tal como me gusta			Mucho sabor a gallina

5. Aroma

<input type="checkbox"/>						
Ningún aroma			Tal como me gusta			Mucho aroma

6. Intensidad de saborizante

<input type="checkbox"/>						
Nada saborizado			Tal como me gusta			Muy saborizado

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una bolsa individual de este producto?

Código de muestra: _____

1. ¿Cuánto le gusta la muestra en general?

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. ¿Cuánto le gusta la apariencia de la muestra en general?

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Textura

<input type="checkbox"/>								
Nada Crocante			Tal como me gusta				Muy Crocante	

4. Sabor a gallina

<input type="checkbox"/>								
Ningún sabor a gallina			Tal como me gusta				Mucho sabor a gallina	

5. Aroma

<input type="checkbox"/>								
Ningún aroma			Tal como me gusta				Mucho aroma	

6. Intensidad de saborizante

<input type="checkbox"/>								
Nada saborizado			Tal como me gusta				Muy saborizado	

7. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una bolsa individual de este producto?

Anexo 7. Hoja maestra del panel sensorial en UVG

Producto:	Nachos de gallina				* Presentar un nacho con sabor a barbacoa y uno original, seguir el orden de presentación de la tabla y la codificación. Brindar agua y galleta soda para que puedan limpiar el paladar entre cada muestra. Las muestras se prueban de izquierda a derecha.
Fecha de realización:					
Identificación de muestras	Código de letra	Código de número			
Nachos originales	A	345			
Nachos con barbacoa	B	678			
Panelista	Orden en letras	Orden de presentación			
1	AB	345	678		
2	BA	678	345		
3	AB	345	678		
4	BA	678	345		
5	AB	345	678		
6	BA	678	345		
7	AB	345	678		
8	BA	678	345		
9	AB	345	678		
10	BA	678	345		
11	AB	345	678		
12	BA	678	345		
13	AB	345	678		
14	BA	678	345		
15	AB	345	678		
16	BA	678	345		
17	AB	345	678		
18	BA	678	345		
19	AB	345	678		
20	BA	678	345		
21	AB	345	678		
22	BA	678	345		
23	AB	345	678		
24	BA	678	345		
25	AB	345	678		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Análisis de varianza de los atributos evaluados en panel sensorial preliminar mediante el uso del programa RStudio

```

> setwd("C:/Users/sandra/Documents/UVG/R")
> Panel <- read.csv("Atributos panel.csv")
> #Analice la estructura de sus datos
> str(Panel)
'data.frame': 202 obs. of 6 variables:
 $ i..Panelista: int 1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 ...
 $ Muestra : int 345 678 678 345 345 678 678 345 345 678 ...
 $ Textura : int 4 4 4 4 5 7 5 5 4 6 ...
 $ Gallina : int 1 1 4 4 2 6 3 1 1 1 ...
 $ Aroma : int 1 7 1 4 2 7 4 1 5 1 ...
 $ Saborizante : int 4 6 6 4 3 7 3 2 4 3 ...
> Saborizante = aov(Saborizante ~ Muestra , data=Panel)
> summary(Saborizante)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Muestra  1 226.7  226.71  166.9 <2e-16 ***
Residuals 200  271.7    1.36
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> t.test(Panel$Saborizante ~ Panel$Muestra)

Welch Two Sample t-test

data: Panel$Saborizante by Panel$Muestra
t = -12.918, df = 199.3, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -2.442253 -1.795370
sample estimates:
mean in group 345 mean in group 678
 3.267327 5.386139

> boxplot(Panel$Saborizante ~ Panel$Muestra, col=c("lightblue","green"))
> Aroma = aov(Aroma ~ Muestra , data=Panel)
> summary(Aroma)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Muestra  1  92.9  92.92  46.17 1.22e-10 ***
Residuals 200 402.5    2.01
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> t.test(Panel$Aroma ~ Panel$Muestra)

Welch Two Sample t-test

data: Panel$Aroma by Panel$Muestra
t = -6.7947, df = 198.53, p-value = 1.236e-10
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -1.7501070 -0.9627643
sample estimates:
mean in group 345 mean in group 678
 2.980198 4.336634

> boxplot(Panel$Aroma ~ Panel$Muestra, col=c("orange","lightblue"))
> Textura = aov(Textura ~ Muestra , data=Panel)
> summary(Textura)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Muestra  1  1.79  1.787  1.142 0.287
Residuals 200 313.05  1.565
> t.test(Panel$Textura ~ Panel$Muestra)

Welch Two Sample t-test

data: Panel$Textura by Panel$Muestra
t = -1.0685, df = 199.97, p-value = 0.2866
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.5352792 0.1590416
sample estimates:
mean in group 345 mean in group 678
 5.049505 5.237624

```

```

> boxplot(Panel$Textura ~ Panel$Muestra, col=c("lightblue","green"))
> Gallina = aov(Gallina ~ Muestra , data=Panel)
> summary(Gallina)
              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
Muestra       1  118.9   118.9   40.99 1.07e-09 ***
Residuals    200  580.3     2.9
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> t.test(Panel$Gallina ~ Panel$Muestra)

      Welch Two Sample t-test

data:  Panel$Gallina by Panel$Muestra
t = -6.4026, df = 185.89, p-value = 1.214e-09
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -2.007523 -1.061783
sample estimates:
mean in group 345 mean in group 678
      2.326733      3.861386

> boxplot(Panel$Gallina ~ Panel$Muestra, col=c("pink","green"))
>
> |

```

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9. Datos originales del análisis de humedad de nachos de gallina

Muestra	Peso (± 0.01 g)
Cápsula metal 1	11.11
Cápsula metal 2	11.84
Cápsula metal 3	11.04
Tapa metal 1	4.27
Tapa metal 2	4.67
Tapa metal 3	4.59
Muestra 1	10.00
Muestra 2	10.17
Muestra 3	10.01
Cápsula con muestra 1	21.12
Cápsula con muestra 2	22.01
Cápsula con muestra 3	21.05
Cápsula con muestra seca 1	20.85
Cápsula con muestra seca 2	21.74
Cápsula con muestra seca 3	20.77

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10. Cálculo para la determinación de la humedad por el método AOAC

$$\% \text{ humedad} = \frac{21.12 \text{ g} - 20.85 \text{ g}}{10.00 \text{ g}} * 100 = 2.65\% \text{ humedad}$$

Anexo 11. Resultados de la medición de la dureza de los nachos de gallina

TexturePro CT V1.4 Build 17

Brookfield Engineering Labs, Inc.

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Gallina	Notas:
Nombre de lote: 29092022	
Ejemplo: 2	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 5.00 mm	
Anchura: 5.00 mm	
Altura: 5.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/29/2022	Hora: 04:07:22 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 5.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 15 g	Fr. Muestreo: 20 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA18
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	1076 g
Deformación según Dureza:	2.87 mm
%Deformación según dureza:	57.4 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	10.0 mJ
Carga a objetivo:	0 g
Deformación a Objetivo:	4.71 mm
%Deformación según objetivo:	94.2 %
Cantidad de Fracturas:	3
	con 1% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	529 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Caida Carga 1ª Fractura:	67 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Trabajo terminado 1ª Fractura:	2.3 mJ
	con 1% de sensibilidad de carga
1ª Fractura Deformación:	0.87 mm
	con 1% de sensibilidad de carga

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Gallina 2	Notas:
Nombre de lote: 29092022	
Ejemplo: 1	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 5.00 mm	
Anchura: 5.00 mm	
Altura: 5.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/29/2022	Hora: 04:14:53 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 5.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 15 g	Fr. Muestreo: 20 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA18
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	1203 g
Deformación según Dureza:	5.00 mm
%Deformación según dureza:	100.0 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	8.4 mJ
Carga a objetivo:	1203 g
Deformación a Objetivo:	5.00 mm
%Deformación según objetivo:	100.0 %
Cantidad de Fracturas:	2
	con 1% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	949 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Caida Carga 1ª Fractura:	656 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Trabajo terminado 1ª Fractura:	4.4 mJ
	con 1% de sensibilidad de carga
1ª Fractura Deformación:	0.99 mm
	con 1% de sensibilidad de carga

INFORME DATOS

Descripción Muestra	
Nombre Producto: Gallina 3	Notas:
Nombre de lote: 29092022	
Ejemplo: 2	
Dimensiones:	
Forma: Bloque	
Longitud: 5.00 mm	
Anchura: 5.00 mm	
Altura: 5.00 mm	
Método Test	
Fecha: 09/29/2022	Hora: 04:17:27 p.m.
Tipo de Test: Compresión	Tpo. Recuperación: 0 s
Objetivo: 5.0 mm	Mismo activador: Falso
Esperar t.: 0 s	Velocidad Pretest: 2 mm/s
Carga Activación: 15 g	Fr. Muestreo: 20 puntos/seg
Vel. Test: 2 mm/s	Sonda: TA18
Velocidad Vuelta: 2 mm/s	Elemento: TA-RT-KI
Contador ciclos: 1	Celda Carga: 10000g
Resultados	
Ciclo 1 Dureza:	674 g
Deformación según Dureza:	0.77 mm
%Deformación según dureza:	15.4 %
Ciclo 1 Trabajo Dureza terminado:	6.3 mJ
Carga a objetivo:	1 g
Deformación a Objetivo:	5.00 mm
%Deformación según objetivo:	100.0 %
Cantidad de Fracturas:	3
	con 1% de sensibilidad de carga
Fracturabilidad:	674 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Caida Carga 1ª Fractura:	124 g
	con 1% de sensibilidad de carga
Trabajo terminado 1ª Fractura:	2.7 mJ
	con 1% de sensibilidad de carga
1ª Fractura Deformación:	0.77 mm
	con 1% de sensibilidad de carga

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12. Datos originales del duplicado del análisis del índice de peróxidos de los nachos de gallina

Muestra	Peso (± 0.01 g)	Volumen titulante (± 0.1ml)
1	2.01	0.3
2	2.02	0.3
Blanco	2.00	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13. Cálculo para la determinación del índice de peróxidos por el método...

$$\begin{aligned} \text{Índice de peróxidos (mEq/kg)} &= \frac{(0.3 \text{ ml} - 0.2 \text{ ml}) * 0.1 \text{ N}}{2.01 \text{ g}} * 1000 \\ &= \mathbf{4.97 \text{ mEq/kg}} \end{aligned}$$

Anexo 14. Datos originales del triplicado del análisis de proteína

Muestra	Peso (± 0.01 g)	Volumen de HCl usado para titular (± 0.1ml)
1	0.26	5.30
2	0.26	5.20
3	0.26	5.30

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 15. Cálculo para la determinación del contenido de proteína por el método de Kjeldahl

$$\% \text{ proteína} = \frac{5.30 \text{ ml} * 0.1 \text{ N} * 0.014 * 6.25}{0.26 \text{ g}} * 100 = \mathbf{18.07\% \text{ proteína}}$$

Anexo 16. Datos originales del triplicado del análisis de grasa de los nachos de gallina por el método de Soxhlet

Muestra	Peso (± 0.01 g)
Muestra 1	6.00
Muestra 2	6.04
Muestra 3	6.01

Beaker vacío 1	76.19
Beaker vacío 2	76.43
Beaker vacío 3	74.05
Beaker con grasa 1	77.09
Beaker con grasa 2	77.51
Beaker con grasa 3	75.53

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17. Cálculo para la determinación del contenido de grasa por el método de Soxhlet

$$\% \text{grasa} = \frac{77.09 \text{ g} - 76.19 \text{ g}}{6.00 \text{ g}} * 100 = \mathbf{15.06\% \textit{grasa}}$$

Anexo 18. Datos originales para la determinación de cenizas

Muestra	Peso (± 0.01 g)
Crisol 1	20.7203
Crisol 2	28.1939
Crisol 3	27.1480
Crisol 4	25.5819
Tapa 1	22.0953
Tapa 2	17.351
Tapa 3	22.7894
Tapa 4	21.3683
Muestra 1	1.5227
Muestra 2	1.5060
Muestra 3	1.5056
Muestra 4	1.5091
Crisol con muestra 1	22.2438
Crisol con muestra 2	29.7000
Crisol con muestra 3	28.6540
Crisol con muestra 4	27.0910
Crisol con muestra seca 1	20.7888
Crisol con muestra seca 2	28.2623
Crisol con muestra seca 3	27.2136
Crisol con muestra seca 4	25.5925

Cenizas muestra 1	0.0685
Cenizas muestra 2	0.0684
Cenizas muestra 3	0.0656
Cenizas muestra 4	0.0106

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19. Determinación de cenizas en los nachos de gallina

$$\text{Contenido de cenizas} = \frac{0.0685 \text{ g}}{1.5227 \text{ g}} * 100 = \mathbf{4.50 \% \textit{ de cenizas}}$$

Anexo 20. Contenido de cenizas de los nachos de gallina

Muestra	Contenido de cenizas (%)
1	4.50
2	4.54
3	4.36
4	0.70

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 21. Datos de las concentraciones de las soluciones de sodio

Solución de sodio	Concentración (ppm)
Madre	1000
Hija	25

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 22. Datos para la generación de la curva de calibración de sodio

Concentración (ppm)	Volumen de la solución hija (± 0.1ml)
0.2	0.4
0.4	0.8
0.6	1.2
0.8	1.6
1.0	2.0

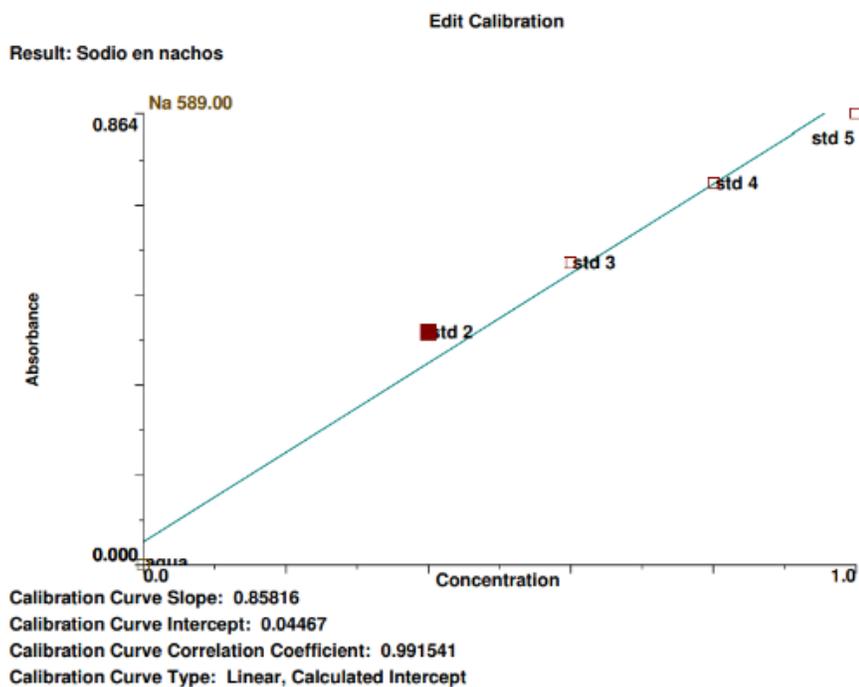
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 23. Análisis de la humedad de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil

Semana	Temperatura (°C)	Humedad (± 0.1 %)
0	25	4.0
2	25	4.3
	36	3.3
	43	3.2
4	25	2.5
	36	3.0
	43	2.4
6	25	2.9
	36	2.5
	43	2.4

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 24. Curva de calibración sodio



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 25. Datos de alícuotas del triplicado usado para la determinación de sodio

Balón	Volumen (ml)	Dilución	Volumen de la alícuota (± 0.1 ml)
1	50	Cenizas	0.5
2	25	1 en 10	1.0
3	25	1 en 100	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 26. Concentración de sodio presente en las muestras evaluadas de la dilución del balón 3

Muestra	Concentración de la dilución 1 en 100 (mg/L)
1	0.417
2	0.392
3	0.381
4	0.390

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 27. Determinación de la concentración de sodio en reversa de los balones

$$\text{Concentración del balón 2} = \frac{0.417 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 25 \text{ ml}}{1 \text{ ml}} = 10.425 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$\text{Concentración del balón 1} = \frac{10.425 \frac{\text{mg}}{\text{L}} * 25 \text{ ml}}{0.5 \text{ ml}} = 521.250 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Anexo 28. Determinación de contenido de sodio en la muestra

$$\text{Contenido de sodio} = 521.250 \text{ mg} * 0.05 \text{ L} = 26.0625 \text{ mg sodio}$$

$$\text{Contenido de sodio} = \frac{26.0625 \text{ mg}}{1.5227 \text{ g mx}} * \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} = 0.0171 \text{ g sodio}$$

$$\text{Contenido de sodio} = 0.0171 \text{ g sodio} * 100\% = \mathbf{1.71\% \text{ sodio}}$$

Anexo 29. Especificaciones del material de empaque seleccionado



Correlativo No. 2022-0066						
Tipo de Industria		Alimentos				
Cliente		Universidad del Valle de Guatemala				
Producto		Bobina PET-BOPPMET-LDPE				
Descripción		PET/BOPPMETHB/LDPE				
		Material	Calibre (µm)		Peso Unitario (g/m²)	
		PET	12.0		16.8	
		Tintas	-		2.2	
		Adhesivo	-		2.5	
		BOPPMETB	17.0		15.5	
Adhesivo	-		1.9			
LDPE	36.8		34.0			
Total		65.8 ± 10%		72.9 ± 10%		
Impresión			Empate o unión			
Tipo de Impresión	FLEXO HD	Tipo	Azul			
Tipo de laminación	Solventless	Color de Empalme	Contraste			
Colores	3	No. Máximo Empalmes	3			
Registro	Acorde al arte	Banderín	Azul			
Dimensiones						
Criterio		Especificación		Tolerancia		
Ancho de repetición bobina		1120.0	mm	±	3.0	mm
Largo de repetición bobina		85.0	mm	±	3.0	mm
Diámetro interno		76.2	mm	±		mm
No. De Pistas		6				
Factor Kg/Millares		1.1567	Kg/m			
Propiedades del Material						
Propiedades		Medición		Método de Prueba		
Barrera Teórica	WVTr	≤ 1.0	g/m ² -día	Valores Teóricos*		
	O ₂ Tr	≤ 1.0	cc/m ² -día	Valores Teóricos*		
Rango de Sellado		135 - 170	°C @ 70psi	ASTM F2029		
COF	Cara/Cara	Cinético	0.268 - 0.294	ASTM D1894		
		Estático	0.601 - 0.639			
	Dorso/Dorso	Cinético	0.100 - 0.112			
		Estático	0.169 - 0.175			

*De referencia, valor final dependerá de estructura y aplicación aprobada por el CLIENTE.

Fuente: (Fipasa, 2022).

Anexo 30. Datos originales del análisis de peróxidos de los nachos de gallina durante el estudio de vida útil

Semana	Temperatura de almacenamiento (°C)	Muestra	Peso (± 0.01 g)	Volumen titulante (± 0.05 ml)
0	25	1	2.01	0.30
		2	2.02	0.30
2	25	1	2.00	0.20
		2	2.03	0.30
	36	1	2.01	0.50
		2	2.02	0.40
	43	1	2.01	0.30
		2	2.00	0.30
4	25	1	2.01	0.20
		2	2.02	0.30
	36	1	2.01	0.30
		2	2.01	0.40
	43	1	2.01	0.50
		2	2.01	0.40
6	25	1	2.01	0.20
		2	2.00	0.20
	36	1	2.01	0.40
		2	2.02	0.40
	43	1	2.00	0.60
		2	2.00	0.45

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 31. Volumen de tiosulfato de sodio 0.1 N usado como titulante de los blancos usados para la determinación del índice de peróxidos durante el estudio de vida útil

Semana	Volumen titulante (± 0.1 ml)
0	0.2
2	0.1
4	0.1
6	0.1

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 32. Boleta de evaluación sensorial de nachos de gallina durante el estudio de vida útil

Evaluación sensorial *snack* de gallina

Frente a usted tiene una muestra de *snack* a base de gallina, la cual debe observar y consumir mientras describe las características solicitadas.

 dela18026@uvg.edu.gt (no compartidos) [Cambiar de cuenta](#) 

***Obligatorio**

Nombre de panelista *

Tu respuesta

Fecha *

Fecha

dd/mm/aaaa 

En una escala del 1 al 5, ¿qué tan crocante es la muestra? *

Ausencia total de crocancia	Crocancia ligera	Media crocancia	Alta crocancia	Excelente crocancia
1	2	3	4	5

1 2 3 4 5

Ausencia total de crocancia Excelente crocancia

En una escala del 1 al 5, ¿qué tanto le gusta el sabor de la muestra? *

Me disgusta muchísimo	No me gusta moderadamente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5

1 2 3 4 5

Me disgusta muchísimo Me gusta muchísimo

En una escala del 1 al 5, ¿qué tanto le gusta el aroma de la muestra? *

Me disgusta muchísimo	No me gusta moderadamente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta muchísimo
1	2	3	4	5

1 2 3 4 5

Me disgusta muchísimo Me gusta muchísimo

Comentarios *

Tu respuesta

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 33. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 25°C de almacenamiento en el estudio de vida útil

Semana	Crocancia	Sabor	Aroma
0	5	5	4
0	4	4	3
0	5	5	5
2	5	4	3
2	4	5	3
2	4	5	4
4	4	3	4
4	4	4	3
4	4	2	5
6	4	2	3
6	5	2	4
6	4	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 34. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 36°C de almacenamiento en el estudio de vida útil

Semana	Crocancia	Sabor	Aroma
2	4	3	4
2	5	3	3
2	5	4	3
4	5	5	4
4	5	3	3
4	5	3	5
6	4	4	3
6	5	4	4
6	4	3	4

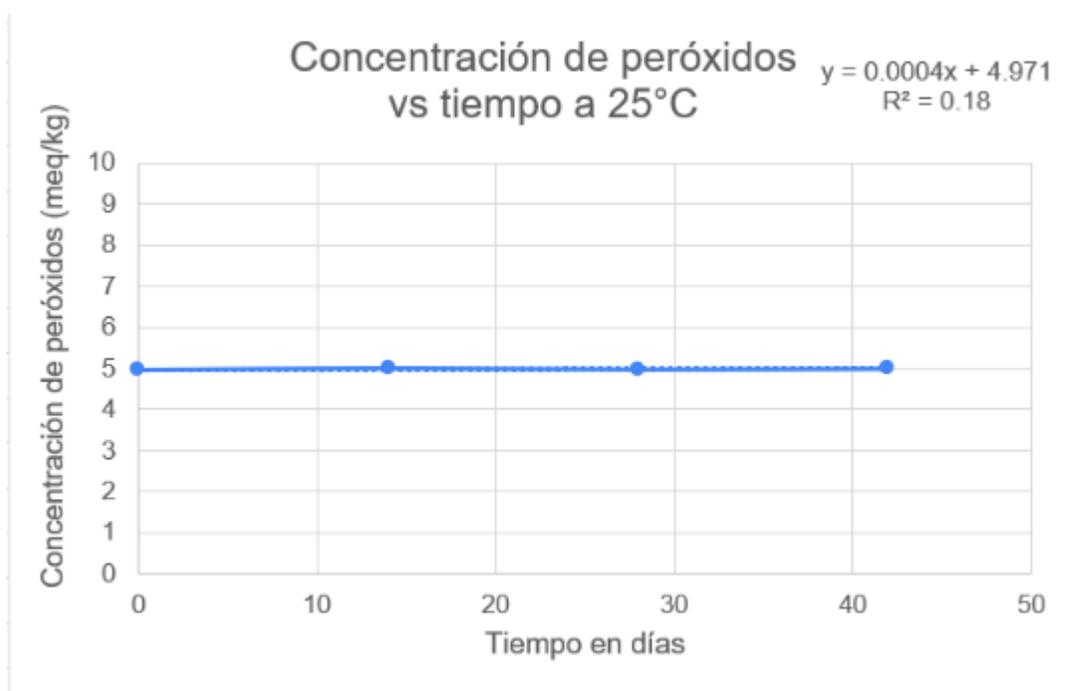
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 35. Datos originales de los atributos evaluados del producto a 43°C de almacenamiento en el estudio de vida útil

Semana	Crocancia	Sabor	Aroma
2	5	3	4
2	5	4	3
2	5	4	5
4	4	3	3
4	5	4	4
4	4	5	4
6	4	4	3
6	5	5	4
6	5	4	3

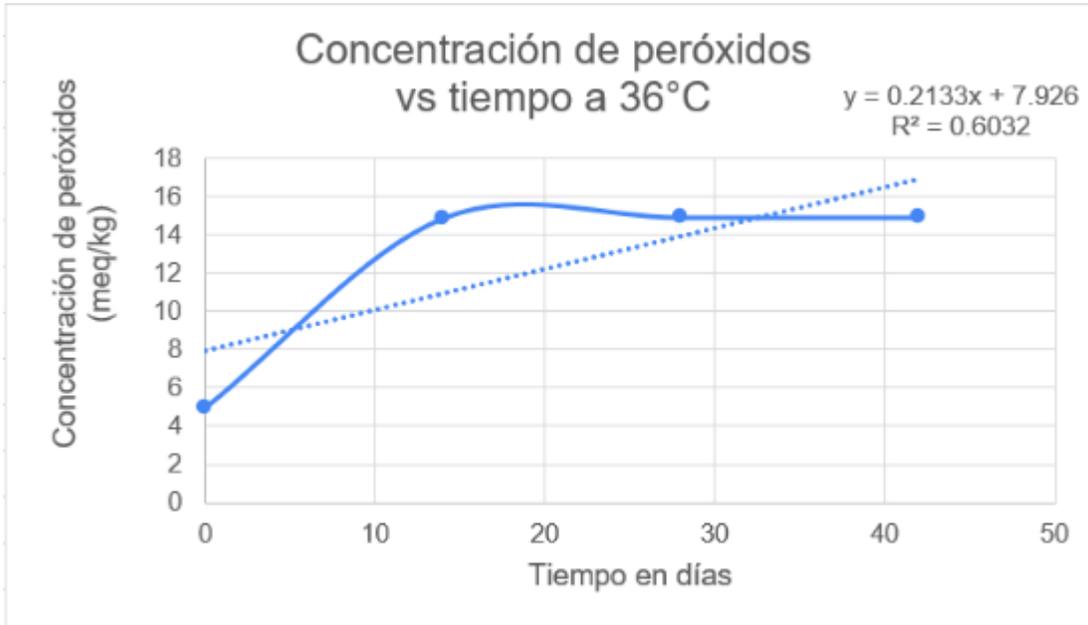
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 36. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 25°C



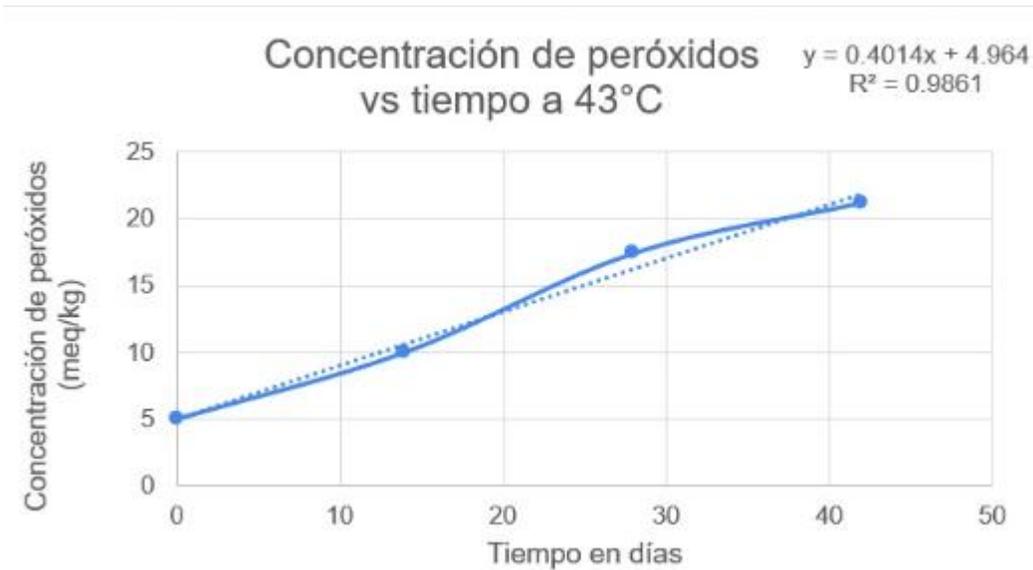
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 37. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 36°C



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 38. Gráfico de concentración de peróxidos en función del tiempo del estudio de vida útil, de los nachos de gallina almacenados a 43°C



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 39. Datos usados para la determinación de vida útil de los nachos de gallina

Temperatura (°C)	1/T (K)	K
25	0.0034	0.0004
36	0.0032	0.2133
43	0.0032	0.4014

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 40. Cálculo para determinar la constante K

$$K = 9 * 10^{51} * e^{(-37867*0.0034)} = \mathbf{0.0006}$$

Anexo 41. Cálculo para determinar la vida útil de los nachos de gallina a 25°C

$$Vida\ útil\ (días) = \frac{\ln \frac{9}{4.96}}{0.0006} = 953.04 \approx \mathbf{953\ días}$$

Anexo 42. Proceso de fritura de nachos de gallina



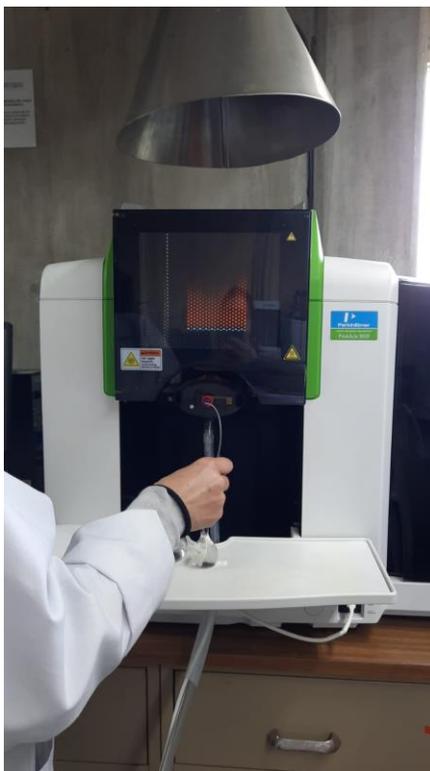
Anexo 43. Nachos de gallina saborizados con barbacoa



Anexo 44. Análisis de determinación de proteína cruda



Anexo 45. Análisis de determinación de sodio por espectrofotometría de llama



Anexo 46. Análisis de determinación de dureza por medio de texturómetro



Anexo 47. Análisis de determinación de índice de peróxidos



XII. GLOSARIO

BOPP – Biaxially Oriented Polypropylene

QFD - Quality Function Deployment

WVTR - Water Vapor Transmission Rate

OTR - Oxygen Transmission Rate

N - Newton

g – gramo

ml – mililitro

L - litro