



**FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS ALIMENTARIAS Y  
ACUICULTURA**

ADICIÓN DE COLÁGENO HIDROLIZADO EN PAPAS FRITAS TIPO CHIPS, SU  
EFECTO EN EVALUACIÓN SENSORIAL, CONTENIDO DE ACRILAMIDA Y  
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

**Línea de investigación:  
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Alimentario

**Autor**

Paiva Tarrillo, Luis Miguel

**Asesor**

Ventura Guevara, Luis Leónidas

ORCID: 0000-0001-7574-94025

**Jurado**

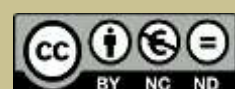
Marín Machuca, Olegario

Aldave Palacios, Gladis Josefina

Minaya Agüero, Carmen Del Pilar

**Lima - Perú**

**2025**



# ADICIÓN DE COLÁGENO HIDROLIZADO EN PAPAS FRITAS TIPO CHIPS, SU EFECTO EN EVALUACIÓN SENSORIAL, CONTENIDO DE ACRILAMIDA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

2

[pt.scribd.com](https://pt.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

3

[repositorio.unfv.edu.pe](https://repositorio.unfv.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

4

[idoc.pub](https://idoc.pub)

Fuente de Internet

1%

5

[www.coursehero.com](https://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

1%

6

[www.authorstream.com](https://www.authorstream.com)

Fuente de Internet

1%

7

[www.researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Fuente de Internet

1%

8

[docplayer.es](https://docplayer.es)

Fuente de Internet

1%

9

[repositorio.unsa.edu.pe](https://repositorio.unsa.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

10

Submitted to Universidad Rey Juan Carlos

Trabajo del estudiante

<1%

11

Submitted to Universidad del Valle de Guatemala

Trabajo del estudiante

<1%



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE OCEANOGRAFÍA, PESQUERÍA, CIENCIAS  
ALIMENTARIAS Y ACUICULTURA

ADICIÓN DE COLÁGENO HIDROLIZADO EN PAPAS FRITAS TIPO CHIPS, SU EFECTO  
EN EVALUACIÓN SENSORIAL, CONTENIDO DE ACRILAMIDA Y CARACTERÍSTICAS  
FÍSICOQUÍMICAS

Línea de investigación:  
Competitividad industrial, diversificación productiva y prospectiva

Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Alimentario

Autor

Paiva Tarrillo, Luis Miguel

Asesor

Ventura Guevara, Luis Leónidas  
ORCID: 0000-0001-7574-94025

Jurado

Marín Machuca, Olegario  
Aldave Palacios, Gladis Josefina  
Minaya Agüero, Carmen Del Pilar

Lima – Perú

2025

### **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mis padres por alentarme a cumplir mis metas y a mi estimada familia en el norte de quienes es una felicidad ser parte.

### **Agradecimientos**

Agradezco a los profesionales que a través de sus conocimientos me inspiraron a continuar y concluir el presente trabajo.

## ÍNDICE

Resumen .....	x
Abstract .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	4
1.1. Descripción y formulación del problema .....	4
1.2. Antecedentes .....	7
1.3. Objetivos .....	10
<i>1.3.1. Objetivo General</i> .....	12
<i>1.3.2. Objetivos Especificos</i> .....	13
1.4. Justificación .....	10
1.5. Hipótesis .....	11
II. MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. Bases teóricas .....	12
<i>2.1.1. Papas</i> .....	12
<i>2.1.2. Papas fritas tipo chips</i> .....	13
2.2. Proteína .....	11
<i>2.2.1. Colágeno</i> .....	11
2.3. Evaluación sensorial .....	13
<i>2.3.1. Pruebas analíticas</i> .....	13

2.3.2. Pruebas afectivas .....	14
2.4. Reacción de Maillard .....	16
2.4.1. Mecanismos de reacción .....	16
2.5. Acrilamida .....	17
2.6. Principales Productos .....	21
III. MÉTODO.....	24
3.1. Tipo de investigación .....	24
3.2. Ámbito temporal .....	24
3.3. Variables .....	24
3.3.1. Variables independientes .....	24
3.3.2. Variables dependientes .....	24
3.4. Población y muestras .....	25
3.5. Instrumentos .....	25
3.5.1. Equipos y materiales .....	25
3.6. Procedimientos .....	27
3.7. Análisis de datos .....	29
3.7.1. Análisis Sensorial .....	29
3.7.2. Análisis de Acrilamida .....	30
3.7.3. Análisis de Fisicoquímico en Producto Terminado .....	30

IV. RESULTADOS .....	34
4.1. Resultados Sensoriales .....	34
4.2. Resultados de Análisis de Acrilamida .....	38
4.3. Resultados de Análisis fisicoquímico .....	39
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	41
VI. CONCLUSIONES .....	44
VII. RECOMENDACIONES .....	45
VIII. REFERENCIAS .....	46
IX. ANEXOS .....	55

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Métodos de reducción de acrilamida en Alimentos .....	3
Tabla 2: Resultados de acrilamida detectados por las diferentes organizaciones .....	22
Tabla 3: Esquema de las evaluaciones sensoriales .....	29
Tabla 4: Suma de puntajes por tratamiento .....	34
Tabla 5: Comparación de resultados con respecto a atributos sensoriales .....	35
Tabla 6: Resultados Sensoriales .....	36
Tabla 7: Características de color de las papas fritas tratadas y tratamiento control .....	36
Tabla 8: Resultados de acrilamida .....	39
Tabla 9: Resultados de Humedad .....	39
Tabla 10: Resultados de Acidez .....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción de papa, 2018 – 2022 (miles de toneladas) .....	7
Figura 2: Variedades usadas en producción de papas chips .....	9
Figura 3: Clases de papas fritas tipo chips .....	10
Figura 4: Desnaturalización de la proteína de colágeno péptidos de bajo peso molecular .....	12
Figura 5: Clasificación de Pruebas Analíticas .....	14
Figura 6: Clasificación de Afectivas .....	15
Figura 7: Escala de ordenamiento .....	16
Figura 8: Reacción mediante 3 vías para formación de melanoidinas .....	17
Figura 9: Efecto de la fritura a temperatura y tiempo en acrilamida en fritura de papa .....	19
Figura 10: Mecanismos de Formación de acrilamida .....	21
Figura 11: Diagrama de flujo del proceso de papas fritas tipo chips con colágeno hidrolizado ..	28
Figura 12: Procedimiento del diseño experimental .....	33
Figura 13: Calificaciones asignadas para evaluación Color .....	37
Figura 14: Calificaciones asignadas para evaluación sabor .....	38
Figura 15: Resultados de % de acrilamida .....	39

## Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto sensorial de colágeno hidrolizado en papas fritas tipo chips, contenido de acrilamida y características fisicoquímicas, en lo cual se utilizó mediante un panel de 30 jueces consumidores mediante un test de calidad sensorial, las muestras evaluadas presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el atributo color y sabor donde el panel detectó coloraciones más claras y sabores más intensos en la concentración de colágeno hidrolizado a 4% en comparaciones con las papas control otras características como olor, textura y dureza no se presentan diferencias ( $p > 0.05$ ). Para el contenido de acrilamida se identificó menores niveles de 56 - 76  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  para C.H. 4% y 2% respectivamente con respecto al tratamiento control. Finalmente, para las evaluaciones fisicoquímicas humedad todos los resultados están en promedio de 4% lo que se puede considerar por el tratamiento elegido, fuera de esto otras características como cenizas, acidez y p H son conformes. Por lo tanto, podemos concluir que la combinación en el pretratamiento de las papas con colágeno hidrolizado antes de la fritura produce efectos beneficiosos, como la reducción del contenido de acrilamida además de no presentar cambios significativos en sus propiedades fisicoquímicas, sensoriales y texturales.

*Palabras clave:* tratamiento control, colágeno hidrolizado, acrilamida.

## Abstract

The objective of this study was to evaluate the sensory effect of hydrolyzed collagen in potato chips, acrylamide content and physicochemical characteristics, in which a panel of 30 consumer judges was used through a sensory quality test, the samples evaluated showed significant differences ( $p < 0.05$ ) in the color and flavor attributes where the panel detected lighter colors and more intense flavors in the concentration of hydrolyzed collagen at 4% compared to the control potatoes other characteristics such as color, texture and hardness there are no differences ( $p > 0.05$ ). For the acrylamide content, lower levels of 56 - 76 ug / Kg were identified for C.H. 4% and 2% respectively with respect to the control treatment. Finally, for the physicochemical humidity evaluations all results are on average 4% which can be considered by the chosen treatment, apart from this other characteristics such as ash, acidity and pH are in compliance. Therefore, we can conclude that the combination of hydrolyzed collagen in the pretreatment of potatoes before frying produces beneficial effects, such as a reduction in acrylamide content, and does not present significant changes in their physicochemical, sensory, and textural properties.

*Keywords:* Control treatment, hydrolyzed collagen, acrylamide.

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1. Descripción y Formulación del Problema

Se conoce que los tratamientos por temperatura tienen una magna importancia en la seguridad alimentaria, calidad nutricional y características sensoriales. (Rifai y Saleh, 2020) Algunos ejemplos de procesos térmicos como tostar, hornear, freír y pasteurizar pueden abordar ciertas reacciones como Maillard, Oxidación lipídica y caramelización, donde se tiene propiedades apreciables como antimicrobiana, antioxidante, anti alérgico y perfil sensorial deseado, también de sustancias indeseables con respuesta mutagénica, carcinogenicidad, etc. (Maan et al., 2020)

Estos cambios químicos se encuentran en alimentos como papas, cereales o los productos de bollería, entre otros; que al ser sometidos a altas temperaturas desarrollan compuestos contaminantes entre ellos la acrilamida (Ferrer, 2022). Siendo descrito en el año 2000 por la organización de las naciones unidas para la agricultura y alimentación (FAO) y la organización mundial de la salud (OMS), quienes señalan puede ser un peligro para la salud pública, ya que se ha demostrado que induce cáncer en animales. (González et al., 2021)

El Hidrolizado de colágeno posee propiedades antioxidantes y antimicrobianas, lo que lo convierte en un ingrediente funcional valioso para complementos alimenticios. Su aplicación se ha extendido a productos como carnes, bebidas y sopas, contribuyendo a mejorar y mantener sus propiedades sensoriales, químicas y físicas. (León-López et al., 2019)

Durante los últimos años se vienen realizando diferentes investigaciones para la mitigación o reducción parcial de acrilamida, donde se utilizan estrategias usadas en el tratamiento principal y otras utilizadas antes de la fritura como: adición de compuestos como enzimas, ácidos, iones,

proteínas, hidrolizados a ello se suma condiciones de almacenamiento, escaldado y selección de la materia prima. (Santamarí, 2022 y Friedman)

Sin embargo, muchos de estos métodos afectan a su color, sabor y textura (Morales et al., 2014).

El objetivo de este estudio fue determinar las cualidades organolépticas, nivel acrilamida y propiedades fisicoquímicas de papas fritas tipo chips elaborado con colágeno hidrolizado en distintos porcentajes.

## **1.2. Antecedentes**

En el año 2009 el códex alimentarius adoptó nuevas medidas para reducir la formación de acrilamida en los alimentos, enfocándose en directrices que previenen y la disminuyen. En productos de papa, estas pautas incluyen estrategias desde acondicionamiento de materias primas hasta adición de otros ingredientes en el proceso, con la finalidad de conseguir alimentos inocuos y seguros, debido a que el compuesto generado se clasificó como potencialmente carcinogénico para el ser humano. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2009)

En un estudio realizado en la facultad de nutrición de la UNFV según Tacca (2020), se observó que el consumo de papas fritas en rodajas es de 2 a 3 veces por semana, también se dio a conocer que el 28,22% de los participantes manifestó conocer sobre la acrilamida. Cordova y Flores (2022) en 2018 identificó que una parte significativa de las marcas evaluadas de papas fritas comercializadas en Lima Metropolitana presentaron un valor promedio de acrilamida de 1234,18  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , lo cual evidencia que supera los niveles de referencia de la unión europea por lo cual da necesidad urgente de implementar medidas de control a nivel nacional.

De acuerdo a la gran variedad de papa la selección de materia prima, también es un factor importante para la mitigación. Ahora bien, se ve comprometida por la disponibilidad (Zegarra, 2022). Otros de los factores importantes es el uso de variación de temperaturas, donde Dunovska et al. (2004, citado en Masson et al., 2007) presentaron sus parámetros a una temperatura de 120 °C donde inicia la formación de acrilamida y por encima de 150 °C aumenta significativamente, siendo 175 a 185 °C los valores más altos para este compuesto.

Algunas medidas de adición de compuestos se presentan en la siguiente tabla

**Tabla 1**

*Métodos de reducción de acrilamida en Alimentos*

<b>TECNOLOGÍA</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Fritura al Vacío</b> <b>Para papas</b>	Muñoz (2015) sugiere el uso, ya que reduce en un 57%.	Estellano et al. (2014) detectó menor percepción de sal y de contenido graso en papas fritas.
<b>Extracto de tara en galletas</b>	Matus (2017) se tiene una reducción del 39.8% de acrilamida	Matus (2017) los perfiles sensoriales se mantienen, a excepción del color generando un violeta/ grisáceo
<b>Adición de Calcio</b>	En el estudio anterior, el NaCl no redujo el contenido final de acrilamida en el sistema modelo	El cloruro de calcio puede mejorar la textura del producto, pero por otro lado puede causar un gusto amargo (Varela,

de papas (Mestdagh et al., Salvador y Fiszman, 2007, citado en 2008) Mestdagh et al.,2008)

---

Entre otras formas de reducción se tiene la adición de compuestos. Granda (2004, citado por Kim et al., 2006) resuelven tener resultados favorables en snacks de papas, cuando las rodajas de papa se remojan durante 5 minutos en glicina al 0,1% y 0.5% las reducciones en acrilamida fueron del 79% y 82%, respectivamente. Dilas (2022) finalmente usando estrategias de inmersión aplicó ácido cítrico al 1% y escaldado a 90°C como pretratamiento en papas fritas dio resultados de 173.233 y 257.267 ug/kg respectivamente favorables para la mitigación.

El interés del estudio está motivado en buscar alternativas de solución ante el problema de seguridad alimentaria que se sigue percibiendo por la alta demanda del producto en mención. Por lo cual, evaluaremos el comportamiento del colágeno hidrolizado estimando el efecto en el contenido de acrilamida, perfil sensorial y fisicoquímico de papas fritas tipo chips.

El resultado de la investigación permitirá abordar un nuevo uso del colágeno hidrolizado en la industria de snacks, así como también buscar nuevos métodos de mitigación de acrilamida sin afectar las características sensoriales.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. Objetivo General:***

- Evaluar el efecto del colágeno hidrolizado en papas fritas tipo chips su efecto sobre la evaluación sensorial, formación de acrilamida, y fisicoquímica.

#### ***1.3.2. Objetivos Específicos:***

- Determinar por análisis sensorial el efecto de la adición de colágeno hidrolizado en papas fritas tipo chips.
- Determinar el contenido final de acrilamida en papas fritas tipo chips adicionando colágeno hidrolizado a diferentes concentraciones.
- Determinar características fisicoquímicas el efecto de la adición de colágeno hidrolizado en papas fritas tipo chips.

#### **1.4. Justificación**

Se ha definido que la acrilamida es un contaminante formado al procesar alimentos ricos en carbohidratos (Unión Europea, 2019). Siendo identificada por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) como una sustancia tóxica alimenticia debido a su potencial para causar cáncer y daño al sistema nervioso (Ferrer, 2022).

Se mencionó por la FAO (2009) que los principales grupos de alimentos que contribuyen a la presencia de acrilamida en la dieta incluyen las patatas fritas, las patatas fritas tipo chips, el café, las galletas, los pasteles, el pan y los bollos o el pan tostado. Por lo mencionado la reducción de este compuesto toxico en los snacks como papas fritas viene a ser de interés en la presente investigación, esto debido a la gran popularidad que tiene en aumento los snacks de papas fritas afirmado por (Rytel et al., 2017 citado en Tajner-Czopek et al., 2021).

Diario Gestión (2015) En Perú se presenta el siguiente índice de consumo con una frecuencia de adquisición de snacks 2-4 veces por semana, teniendo el 63% de los peruanos como consumidores del producto.

A nivel nacional no se tiene regulaciones o medidas de mitigación postuladas por los entes. Aun así, el Reglamento (UE) 2017/2158 exige a los operadores de empresas alimentarias la implementación de medidas de mitigación específicas para reducir la presencia de acrilamida en

diversos alimentos. Además, establece niveles de referencia que sirven como indicadores para evaluar la eficacia de estas medidas, requiriendo a los operadores que revisen y ajusten sus procesos en caso de superarse dichos niveles.

Anteriores estudios basados a nivel de laboratorio han conseguido la reducción de acrilamida. Además, como mencionó Santamaría (2022) la aplicación de estas tecnologías o aditivos puede conducir a afectar las características sensoriales. En nuestros tratamientos aplicaremos colágeno hidrolizado y evaluaremos sensorialmente cabe mencionar que no se han encontrado estudios con dicho insumo por lo cual el presente estudio llenara un vacío en el contexto práctico.

### **1.5. Hipótesis**

Ho: El uso del colágeno hidrolizado, se obtiene preferencias sensoriales, disminuye la formación de acrilamida y se consigue analizar fisicoquímicamente en papas fritas tipo chips.

Ha: El uso del colágeno hidrolizado, no se obtiene preferencias sensoriales, no disminuye la formación de acrilamida y no se consigue analizar fisicoquímicamente en papas fritas tipo chips.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Bases Teóricas sobre el tema de investigación

#### 2.1.1. Papas

La papa es uno de los alimentos más consumidos en el mundo, siendo preparado de diferentes formas y momentos. El Perú no es ajeno a ello, pues siempre está presente en nuestra gastronomía a ello se suma que es el principal productor de papa en América Latina. Hasta la fecha se conocen 4 mil variedades de papa donde las más conocidas son las Canchan, Blanca, negra andina, Amarillo, Huayro, Tumbay Huamantanga, Única, Yungay, Peruanita, y además de papas andinas las cuales solo pueden ser cosechadas a 3500 msnm. También se exporta como precocidas, congeladas o chips. Entre algunos tipos de papas nativas tenemos los siguientes: Sumac Soncco, Qeqorani, entre otros (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR], 2017). Por lo cual genera ingresos económicos considerables, no sólo por su incremento en exportación de subproductos sino también por el consumo nacional que viene en aumento (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI], 2022).

#### Figura 1

*Producción de papa, 2018 – 2022 (miles de toneladas)*



Nota. MIDAGRI –DGESEP-DEIA (2022)

### **2.1.2. Papas Fritas Tipo Chips**

Este producto se define como el resultado de patatas sanas, lavadas, peladas, cortadas, fritas en aceite o grasas comestibles y conservadas en envases (Correa, 2004).

Para profundizar en los parámetros fisicoquímicos las papas fritas tienen un contenido aproximado del 35 % de aceite y 1,8 % de humedad. A nivel industrial cada lote de tubérculos se somete a pruebas de calidad antes de su procesamiento, siendo el aspecto visual un factor clave. Entre los parámetros más determinantes en la aceptación del producto, el color es el primero en ser evaluado por los consumidores, incluso antes de la degustación. Algunas de las recomendaciones dadas para garantizar la calidad del producto final, es seleccionar las variedades de papa con características óptimas, con altos rendimientos, elevado contenido de materia seca, resistencia a enfermedades, color adecuado y bajo contenido de azúcares. En cuanto a sus dimensiones debe presentar un tamaño y forma apropiados útiles para el manejo mecánico. (Bradshaw y Ransay, 2009).

El consumo de estos aperitivos representa el 43% del negocio, en el balance de materia son necesarios alrededor de 4 toneladas de patatas para producir una tonelada de patatas fritas (Carbonell et al., 2014). Calderón et al. (2016) explica que la frecuencia de consumo de snacks es de 1 a 3 veces por semana, estimando una demanda de 1.1 a 3.5 millones de unidades al mes, donde se tiene preferencia del 84% en snacks salados, siendo la encuesta solo a nivel de Lima - Perú.

### **Figura 2**

*Variedades usadas en producción de papas chips*

		
Blanca	Capiro	Unica
		
Tumbay	Yungay	Canchan

*Nota:* Imágenes adaptadas de Plaza Vea (2024)

Describiremos a través de la recopilación de diferentes autores, los factores que intervienen en las características de la papa

**2.1.2.1. Factores Internos.** Masson (2007) nos menciona que es la papa la que aporta los precursores como azúcares a una concentración dependiente de su variedad, de las condiciones del suelo, del periodo de cosecha y de las condiciones de almacenamiento postcosecha.

Pazmiño (2010) recomienda mantener la temperatura de almacenamiento entre 15 a 20°C para la disminución del contenido de azúcares en material prima, así mismo mencionó que las temperaturas menores de 10°C son favorables para evitar la germinación de la papa la cual afecta significativamente la calidad final del producto. Al igual por lo mencionado por Beukema et al.

(1990 citado por Castro, 2008), a bajas temperaturas menores a 8 °C el contenido en azúcares reductores en las papas aumenta debido al hidrólisis del almidón, en otro caso a temperaturas de 10 a 20 °C disminuye la concentración de azúcares reductores.

Según Castro (2008), los defectos internos más comunes en las papatas incluyen el oscurecimiento interno, la aparición del anillo vascular, el ennegrecimiento por impacto, las enfermedades adquiridas durante el cultivo y la formación de corazón hueco. Estos problemas pueden comprometer la calidad del tubérculo, disminuyendo su valor comercial y afectando su aceptación entre los consumidores.

En la figura 3 se observan los diferentes defectos que se pueden encontrar en papatas fritas comerciales, debido tanto a la materia prima como a condiciones de fritura

### Figura 3

#### *Clases de papas fritas tipo chips*



*Nota.* 4 Categorías de calidad (A) papatas pálidas, (B) ligeramente oscuras, (C y D) manchas marrones en las hojuelas por sobrecocción y (D) papatas con defectos naturales. Tomado de la clasificación de papatas fritas comerciales por Mendoza et al. (2007).

## **2.2. Proteína**

Las proteínas son macromoléculas compuestas por aminoácidos y están presentes en alimentos tanto de origen animal como vegetal. Desempeñan un papel fundamental como componentes estructurales de células y tejidos en el cuerpo. En particular, los músculos y los órganos están mayormente constituidos por proteínas. Cabe señalar que las proteínas son cruciales para la producción de enzimas que facilitan procesos metabólicos y digestivos, y también constituyen una parte fundamental de ciertas hormonas (FAO, 2023). Estos compuestos biológicos están constituidos por Carbono, Hidrogeno, Oxigeno y Nitrógeno. Asimismo, contienen un grupo amino y un grupo carboxilo. Se conoce que cada proteína está caracterizada por una secuencia ordenada de aminoácidos, composición y longitud de acuerdo a su origen (Badui, 2016).

### ***2.2.1. Colágeno***

Los colágenos son proteínas estructurales e insolubles. Este tipo de moléculas es fundamental en la piel, los tendones, los ligamentos, el cartílago, los huesos, y tejidos conectivos, proporcionando integridad, fuerza y elasticidad, como se menciona prima en el reino animal. Como principal estructura están formadas principalmente por glicina (35 %) y prolina (12 %) entre otros. (Al Hajj, et al., 2024)

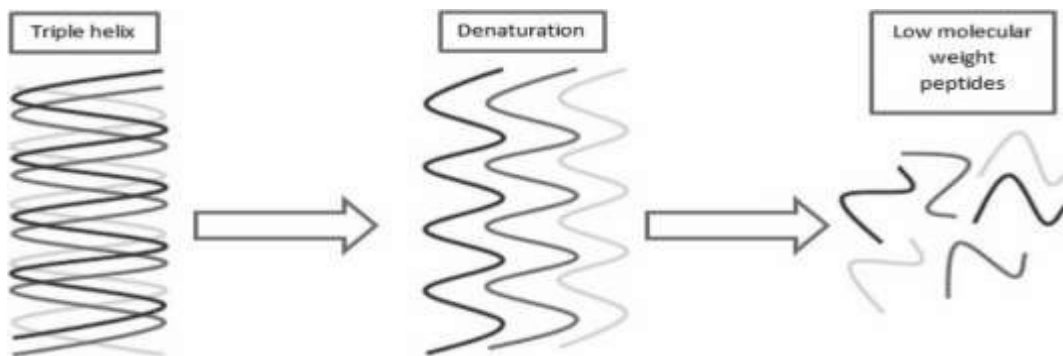
**2.2.1.1. Colágeno Hidrolizado y Obtención.** En interés del aprovechamiento de las proteínas se han desarrollado los concentrados proteicos. No obstante, presentan baja solubilidad y potencial alergenicidad (Vioque et al., 2001).

El colágeno hidrolizado generalmente se prepara de la piel de los animales descomponiendo las proteínas de colágeno nativas grandes en péptidos más pequeños, que son más fáciles de absorber por el cuerpo (Al Hajj et al., 2024).

La hidrólisis proteica consiste en la ruptura del enlace peptídico, lo que genera péptidos de menor tamaño o, en algunos casos, aminoácidos libres. Esta fragmentación puede llevarse a cabo mediante métodos químicos o por medios biológicos, a través de enzimas. Actualmente, la hidrólisis química es poco utilizada debido a sus efectos negativos sobre la calidad nutricional ya que puede provocar la degradación de aminoácidos esenciales y la formación de compuestos tóxicos, como la lisinoalanina. En contraste, la hidrólisis enzimática se realiza en condiciones más suaves de pH y temperatura, lo que minimiza la generación de compuestos indeseables. Entre las propiedades clave de un hidrolizado ya que define el porcentaje de enlaces peptídicos rotos en relación con la proteína original, influyendo directamente en sus características funcionales y nutricionales. (Vioque et al., 2001)

#### Figura 4

*Desnaturalización de la proteína de colágeno péptidos de bajo peso molecular.*



*Nota.* Adaptado de Al Hajj et al. (2024).

**A. Aplicaciones.** Presentamos la siguiente revisión bibliográfica

- La adición de colágeno al surimi de sardina mejora sus propiedades fisicoquímicas, la resistencia del gel, la dureza y mantener un color claro deseable (Al Hajj et al., 2024).

- También se há empleado en alimentos procesados, como las salchichas, para sustituir la grasa de cerdo en un 50% mayor capacidad de retención de agua, una estabilidad superior tras la cocción y una mejora en la textura, específicamente en términos de firmeza y masticabilidad. (Sousa et al., 2017).
- Beneficios de reemplazar colágeno hidrolizado de pescado en cárnicos se encontró una textura superior y aceptabilidad. Además de reducción en el contenido de grasa y aumentó del contenido proteico. (Ibrahim 2018 citado en León-López et al., 2019).
- Según lo mencionado por Vatterm (2003, citado en Friedman, 2015), las proteínas también tienen otros usos. Por ejemplo, el recubrimiento de papas fritas con masa de garbanzo parece ofrecer un efecto protector gracias a las proteínas termoestables, las cuales aparentemente reducen la formación superficial de compuestos tóxicos como la acrilamida.

## **2.3. Evaluación sensorial**

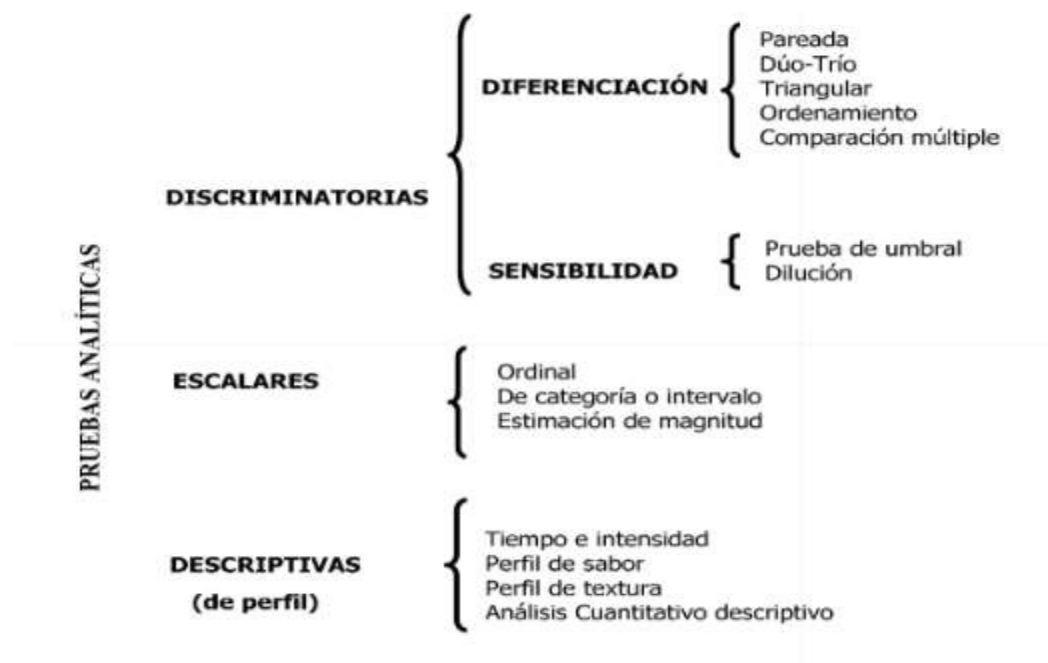
### ***2.3.1. Pruebas analíticas***

Estas pruebas describen neutralmente las muestras. Para ello se parte de un panel de jueces adiestrados, donde se mide su habilidad sensorial. (Cordero, 2017).

Las pruebas deben ser tratadas en un laboratorio designado que cuente con una sala de preparación de muestras, según la exploración perseguida las pruebas pueden ser discriminatorias, pruebas de ordenación, pruebas descriptivas, entre otras (Cordero, 2017).

## **Figura 5**

### *Clasificación de Pruebas Analíticas*



*Nota.* Adaptado de Espinosa. (2007)

### 2.3.2. Pruebas Afectivas

En estas pruebas se mide la preferencia y aceptación de una muestra de consumidores que son representativos del segmento de población (Cordero, 2017). Se realiza con personas consumidoras o potenciales del producto a evaluar por lo que se denominan “jueces afectivos”, (Espinosa, 2007). Para ello las pruebas de usuario se emplean en condiciones similares a las que normalmente se utilizan al consumir el producto; ejemplo de lugares supermercados, escuelas, plazas, etc. (Espinosa, 2007).

El cuestionario a emplear se debe analizar con rigor, para evitar errores en los resultados. Se debe tener cuidado con lo redactado para evitar fatiga en los jueces y las preguntas sean rechazadas. Es importante que las personas entiendan la necesidad de emitir respuestas lo más real posible. (Espinosa, 2007).

### Figura 6

*Clasificación de Afectivas*



*Nota.* Adaptado de Espinosa. (2007)

**2.3.2.1. Prueba de ordenamiento.** La prueba tiene como objetivo evaluar cada muestra y ordenarlas en función a su preferencia o agrado en orden creciente o decreciente, sin abarcar empate entre los resultados. (Cordero, 2017).

El mínimo de muestras que deben evaluarse por sesión se determina por la naturaleza del estímulo el tipo de consumidor e incluso la ambientación. El procedimiento que se establece para analizar los datos de la prueba de ordenamiento por rangos se basa en el test de Friedman (No paramétricas). (Espinosa, 2007).

### Figura 7

#### *Escala de ordenamiento*

Ficha 1.

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Pruebe las muestras de izquierda a derecha, después de enjuagarse la boca antes de evaluar cada una. Ordénalas en forma decreciente según su intensidad en amargor.

más amargo \_\_\_\_\_ → menos amargo

\_\_\_\_\_

*Fuente:* Espinosa (2007)

## 2.4. Reacción de Maillard

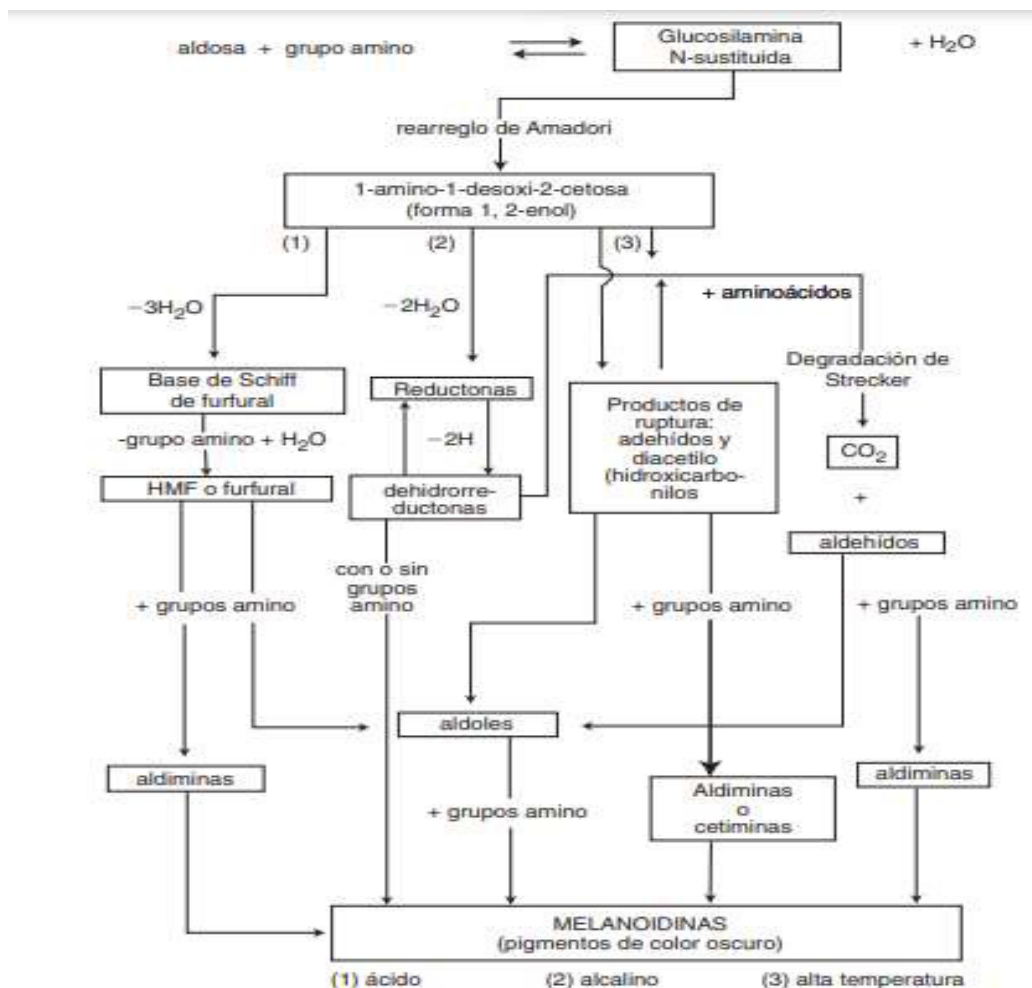
Esta reacción, conocida también como la glicación consiste en la unión no enzimática del grupo carbonilo de azúcares reductores (cetonas y aldehídos) con el grupo amino de las proteínas (Voyer, 2019). Esta reacción interviene principalmente en procesos alimentarios como horneado, tostado y fritura. En los últimos años, ha surgido un creciente interés en la actividad mutagénica de ciertas sustancias generadas por esta reacción. Se ha observado que su concentración está directamente relacionada con la intensidad y la producción de las coloraciones. (Badui, 2016; Ruiz 2009)

#### ***2.4.1. Mecanismo de Formación***

El fenómeno químico deriva en cuatro etapas principales: condensación del azúcar reductor con el grupo amino; desplazamiento de los productos de condensación; reacción de los productos de desplazamiento, y polimerización y formación de sustancias pigmentadas. La condensación del azúcar reductor con el grupo amino. Esta primera etapa consiste en que el grupo carbonilo libre de un azúcar reductor se condensa con el grupo amino libre de un aminoácido o de una proteína. Es preciso recordar que los grupos que intervienen en un enlace peptídico no están libres no actúan en este mecanismo. El azúcar debe tener una estructura abierta para que su carbonilo sea atacado nucleofílicamente por el par de electrones del nitrógeno del grupo amino, y formar así la base de Schiff correspondiente como inicio de la reacción de maillard. (Badui, 2016)

Figura 8

Reacción mediante 3 vías para formación de melanoidinas



Nota. Badui (2016)

## 2.5. Acrilamida

Los primeros estudios sobre la formación de acrilamida en los alimentos identificaron la reacción de Maillard como un factor clave. Se genera principalmente a partir de la reacción del aminoácido asparagina, azúcares reductores (glucosa y fructosa) y altas temperaturas (Gökmen, 2016, citado en Zegarra, 2022). El grupo R-amino de la asparagina libre reacciona con una fuente de carbonilo, formando una base de Schiff. en condiciones de altas temperaturas, formando un

producto que puede reaccionar de dos maneras. La manera indirecta donde se hidroliza para formar 3-aminopropionamida que puede degradarse aún más mediante la eliminación de amoníaco para formar acrilamida o directamente mediante la eliminación de la imina (Zyzak et al., 2003).

### ***2.3.1. Parámetros que Intervención en la Formación y Calidad Sensorial***

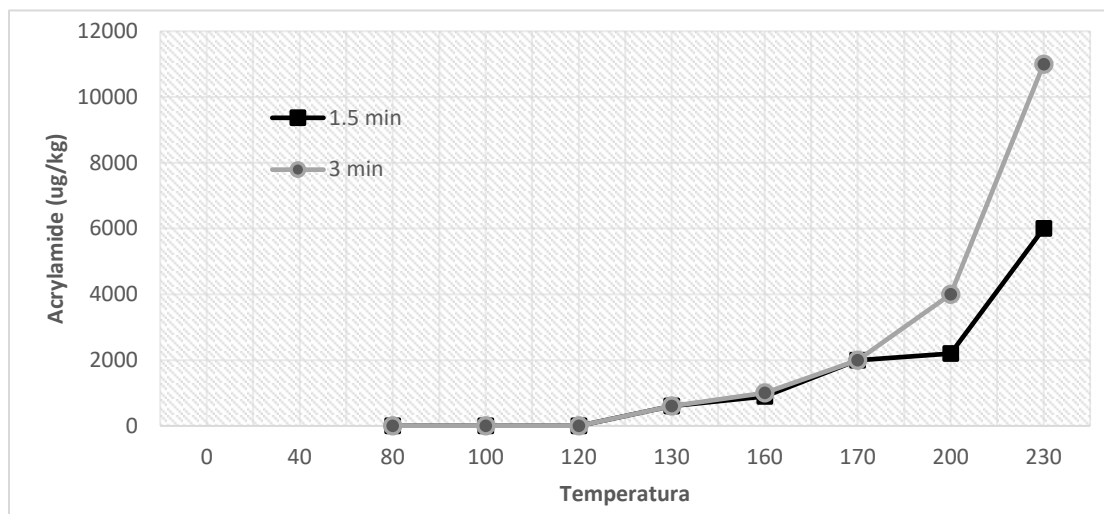
a) Se reporta que afecta la calidad sensorial sobre todo de los productos a base de papa. Mestdagh et al. (2008) realizó tratamientos de pre fritura como escaldado + adición de compuestos como iones de calcio, pirofosfato ácido de sodio, ácido cítrico y ácido láctico donde obtuvo diferencias significativas sobre el contenido final de acrilamida. Lo descrito describe un proceso mitigador a un pH bajo donde se atribuye a la protonación de los grupos amino de la asparagina esto bloquearía la adición nucleofílica de la asparagina con un compuesto carbonílico, impidiendo la formación de la base de Schiff, un intermediario clave en la reacción de Maillard y en la formación de acrilamida.

b) Los azúcares reductores que más favorecen la reacción de Maillard son, en primer lugar, las pentosas, seguidas de las hexosas. Asimismo, las aldosas reaccionan con mayor facilidad que las cetosas, y los monosacáridos resultan más efectivos que los disacáridos. En este sentido, y de manera general, la xilosa es el azúcar con mayor actividad, seguida por la galactosa, la glucosa, la fructosa, la lactosa y la maltosa. Por otro lado, la sacarosa, al carecer de poder reductor, solo puede participar en la reacción si se hidroliza previamente, un proceso que resulta sencillo de llevar a cabo (Badui, 2016).

c) En una investigación por Kim et al. (2006) especifica sus resultados de acrilamida en patatas fritas tipo chips a dos tiempos de freído expuestos en la siguiente figura 4, donde los niveles de se ven reducidos.

**Figura 9**

*Efecto de la fritura a temperatura y tiempo en acrilamida en fritura de papa*



*Nota.* Adaptado de Kim et al. (2006).

d) Rydberg et al. (2003, citado en Friedman, 2015) también descubrieron que la adición de carne de bacalao a las patatas ralladas dio como resultado una disminución del 70% en los niveles de acrilamida, lo que sugiere que la matriz de pescado protegía contra la formación de acrilamida en las hamburguesas de patatas fritas. Afirman: “Esto puede reflejar una acción protectora de la proteína, por ejemplo, mediante la eliminación de la acrilamida formada, tal vez a través de una reacción con grupos nucleofílicos (-SH, -NH<sub>2</sub>) en las cadenas laterales de aminoácidos”.

e) Pedreschi (2013) indica que el uso de aminoácidos libres, fortifican al producto ahora también reducen fuertemente el contenido de compuestos tóxicos, esto es debido a las reacciones competitivas, como enlaces covalentes.

Sin embargo, el uso individual de glicina tiene un impacto negativo en la calidad sensorial del producto Bronislaw (2005, citado en Cook, 2005) menciona que, al agregar aminoácidos provenientes de los hidrolizados a fin de concursar con la asparraguina es

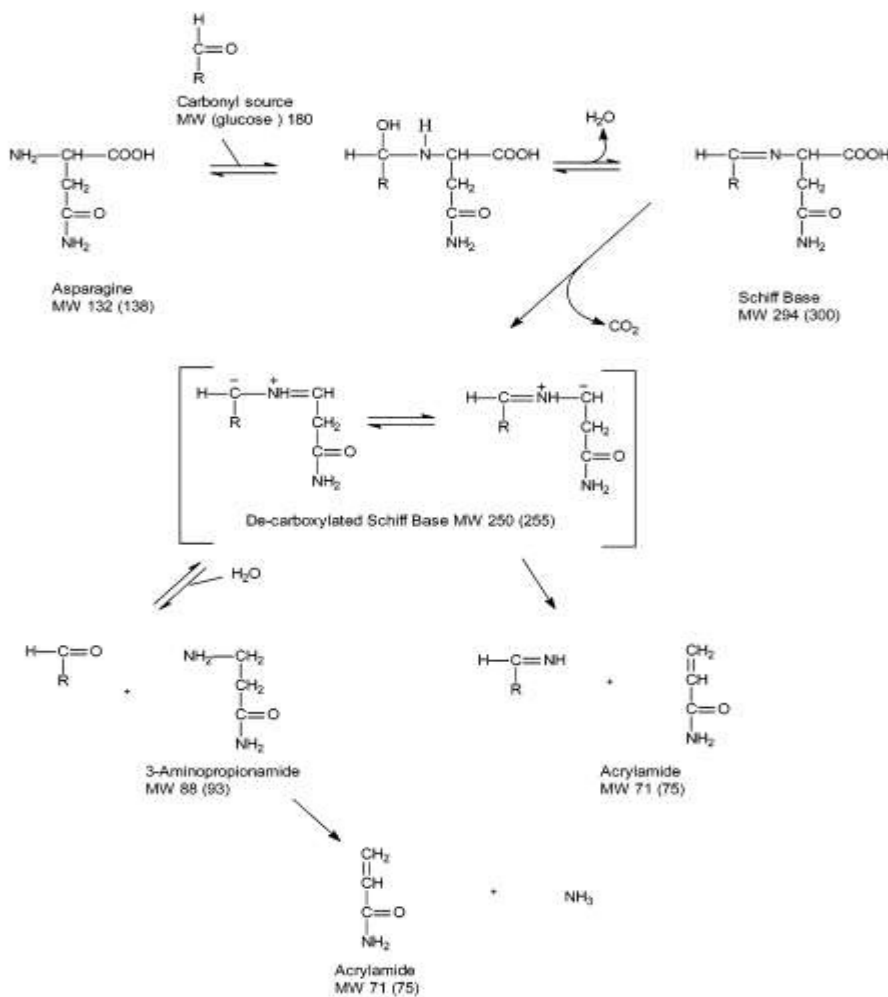
importante la evaluación del perfil sensorial en el desarrollo a fin de mitigar el compuesto tóxico o generar rechazos en producto terminado.

f) Adición de extractos antioxidantes en la mayoría de los insumos utilizados por Morales et al. (2014) se tiene la disminución de acrilamida en muchos de ellos, resaltando el resultado con té verde donde consiguen un 62% de reducción del compuesto tóxico los resultados obtenidos en este estudio demuestran que es posible disminuir la acrilamida formada en las papas fritas sin afectar la aceptación sensorial y las características fisicoquímicas como color y textura, mediante un proceso sencillo y económico que puede aplicarse en los hogares.

e) Finalmente también se involucra factores como aceite reutilizado donde se reporta un aumento de 10 veces su cantidad cuando se utilizó aceite reusado a 150°C para la producción de papas fritas (Chavez, 2016).

Metales como el cobre y el hierro tienen un efecto catalizador sobre la formación de las melanoidinas la actividad del agua, los alimentos de humedad intermedia con valores de  $a_w$  de 0.6 a 0.9 son los que más la favorecen: actividad del agua menor no permite la movilidad de los reactantes, lo que inhibe el mecanismo (Badui, 2016).

Figura 10

*Mecanismos de Formación de acrilamida*

Nota. Adaptado de Zyzak et al.,(2003)

## 2.6. Principales Productos

La mayor cantidad de acrilamida ha sido detectada en alimentos fritos, asados u horneados con alto contenido de carbohidratos (papas, cereales) que son sometidos a temperaturas mayores a 120°C. También tener en cuenta que otros aminoácidos aparte de la asparragina pueden producir

acrilamida bajo las mismas condiciones estos son alanina, arginina, ácido aspártico, cisteína, glutamina, metionina, treonina y valina, aunque en menores cantidades (Chaves et al., 2016).

Se presenta la siguiente comparación de productos con presencia de acrilamida donde principalmente tenemos a los productos a base de papa como principal.

**Tabla 2**

*Resultados de acrilamida detectados por las diferentes organizaciones*

<b>ALIMENTO</b>	<b>OMS 2002(<math>\mu\text{G}/\text{KG}</math>)</b>	<b>EFSA 2012(<math>\mu\text{G}/\text{KG}</math>)</b>	<b>BEUC 2019(<math>\mu\text{G}/\text{KG}</math>)</b>
<b>Papas Fritas</b>	1312	338	266
<b>Papas Crips</b>	537	675	457
<b>Café en polvo</b>	200	256	264
<b>Productos en repostería</b>	112	-	-
<b>Biscochos y Galletas</b>	423	333	-
<b>Pan Blando</b>	50	30	-
<b>Pan tostado</b>	-	110	101

<b>Crackers</b>	-	139	136
<b>Cereales para desayuno</b>	298	138	107

---

*Nota.* Tomado de González et al. (2021)

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo de Investigación

La vigente investigación fue de tipo experimental cuantitativo ya que tuvo la finalidad de evaluar sensorialmente por pruebas afectivas, Además, se buscó la estimación del contenido de acrilamida y finalmente los análisis fisicoquímicos de papas fritas tipo chips con adición de colágeno hidrolizado.

#### 3.2. Ámbito Temporal y Espacial

Se desarrolló en tres partes. Siendo la primera la producción de las hojuelas de papas fritas tipo chips con colágeno hidrolizado en el distrito de Cercado de Lima, altura de Reynaldo Saavedra Pinon 2531.

La segunda se desarrolló de la evaluación sensorial con panel consumidor en los distritos de Lima, Huaral y Chiclayo.

Por último, se realizó análisis de acrilamida y fisicoquímico en SGS y Cerper en distrito de Callao y en Laboratorio de Análisis químico de la FOPCA distrito de Miraflores.

#### 3.3. Variables

##### 3.3.1. Variables Independientes

- Inmersión en Colágeno Hidrolizado (0.0%, 2.0%, 4.0%)
- Temperaturas de freído (185°C)

##### 3.3.2. Variables Dependientes

- Criterios Sensoriales
- Contenido de Acrilamida

- Criterios Fisicoquímicos

### **3.4. Población y Muestras**

Las evaluaciones sensoriales se realizaron con una población de consumidores de snack de papas fritas tipo chips.

Para la producción de papas fritas tipo chips con colágeno hidrolizado, la población estuvo conformada por:

- Papas canchan provenientes del mercado de Elio Distrito de Cercado de Lima con una cantidad total de 15 kilos
- El Colágeno Hidrolizado será adquirido de Qunli Gelatin cantidad total de 2 kilos

Las muestras para el análisis de acrilamida y acidez fueron enviadas en diferentes tiempos a los laboratorios SGS

### **3.5. Instrumentos**

#### **3.5.1. Equipos**

- Mesa de trabajo
- Cortadora de papa graduada ZKIRON
- Agitador mecánico
- Freidora graduada Dakota 2200V
- Estufade aire caliente FAITHFUL
- Balanza Analítica RADWAD
- Mufla
- Cocina a Gas INDURAMA
- Termómetro

### **3.5.2. Materiales**

- Vasos de precipitados (600 ml, 100 ml, 50 ml.)
- Bol de acero,
- Cronometro
- Varilla de vidrio
- Ollas y Cuchillo
- Rejilla separadoras
- Capsulador
- Espátula
- Mortero
- Pinza de brazo corto y Pinza de brazo argo
- Cinta de pH
- Crisol

### **3.5.3. Materiales de Oficina**

- Lapiceros
- Rotulador
- Guarda Polvo
- Hojas bond
- Laptop y extensión de toma corriente
- Bolsas con cierre hermético y de 7 L

### **3.5.4. Insumos**

- Agua Filtrada Osmotizada
- Aceite de girasol

- Papas canchán
- Colágeno Hidrolizado

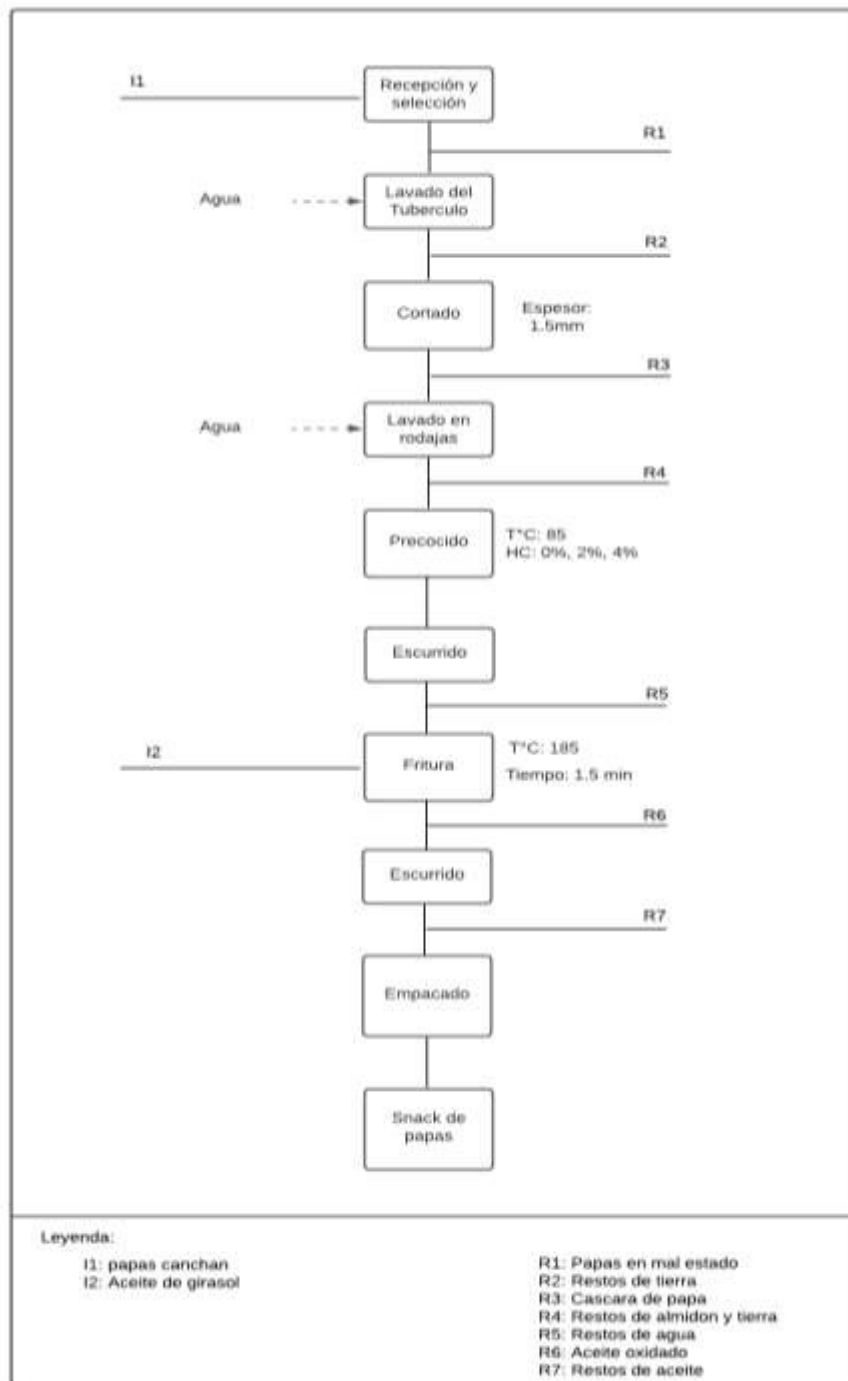
### **3.6 Procedimiento**

#### ***3.6.1 Procedimiento De Preparación De Papas Fritas Tipo Hojuelas***

- a) Recepción y Selección: Esta operación se realizó para descartar las unidades de papa que presenten magulladuras, evitando así defectos en el producto final.
- b) Lavado del tubérculo: La papa se lavó con chorro de agua fría para retirar la tierra adherida y/o partículas extrañas.
- c) Cortado: Se cortó en rodajas de 1.5 mm de espesor y 60 mm aproximado de diámetro con ayuda de una cortadora de papa.
- d) Lavado de rodajas de papa: Se lavaron las rodajas por 10 segundos con agua tratada para retirar el almidón superficial en ellas.
- e) Precocido: Las rodajas de papa se sumergieron en colágeno hidrolizado bajo agitación y temperatura de 85°C (agitación mecánica), en concentraciones de 0.0%, 2.0%, 4.0% relación de papa: solución de hidrólisis p/v, tiempo aproximado de 1 minuto por dosificado.
- f) Escurrido: Las rodajas de papa después de la inmersión fueron escurridas por 5 minutos a temperatura ambiente.
- g) Fritura: Se colocaron 3000 mL de aceite en la freidora eléctrica y se calentó hasta 185 °C. Luego, sumergió las rodajas de papa en el aceite por 1.5 min.
- h) Escurrido: acción para eliminar los residuos de aceite.
- i) Empacado: En plástico con cierre hermético, rotulado para los análisis realizados

Figura 11

Diagrama de flujo del proceso de papas fritas tipo chips con colágeno hidrolizado



### 3.6.2. Selección de Variedad de Papa.

Para la selección del tubérculo se tiene conocimiento que las variedades más usadas para papas fritas tipo chips son, capiro, chanchan, Yungay, tumbay, perricholi, blanca y única. Por lo cual se usará la papa canchan por su disposición en el mercado.

## 3.7. Análisis de datos

### 3.7.1. Análisis Sensorial

En la siguiente tabla presentaremos el procedimiento sensorial a seguir.

**Tabla 3**

*Esquema de las evaluaciones sensoriales*

<b>ETAPAS DE METODOLOGÍA SENSORIAL</b>	
PLANEAMIENTO	<b>Objetivo</b> Evaluar los atributos sensoriales de snacks
	<b>Parámetros a medir</b> Los parámetros evaluados en la investigación fueron: color, olor, sabor, crocancia y dureza.
	<b>Muestras</b> Se realizó la muestra a temperatura de 185°C a 3 concentraciones.
	<b>Diseño</b> Evaluación sensorial, prueba afectiva, por ordenamiento usando panelistas consumidores. Descrito en 3.8
PLANIFICACIÓN	<b>Formación del panel</b> Se conformó el panel sensorial tomando una población de 30 consumidores de snack de papas fritas tipo hojuelas, cuyas edades oscilaban entre los 18 y los 50 años
	<b>Capacitación</b>

PROCEDIMIENTO	<p>Se realizó una previa capacitación explicando los conceptos de la evaluación sensorial y los atributos a evaluar.</p> <p><b>Ejecución</b></p> <p>Se realizó la encuesta vía google forms para designar al panel sensorial que sea consumidor del producto.</p> <p>Pasado la preparación de las muestras, se designa la disposición del personal con las características para la formación del panel.</p> <p>Para la evaluación se realizará el análisis de ordenamiento de 3 muestras por sesión</p>
	<p><b>Datos</b></p> <p>La evaluación sensorial de todas las patatas fritas tratadas y control se realizó mediante una prueba de ordenamiento.</p> <p>Las respuestas se convirtieron a valores numéricos, designándose “Ausente” con el número 1 y “Muy intenso” con el número 3 a excepción de color donde se designó “Amarillo” con el número 3 y “sobre cocción” con el número 1.</p>

Para el análisis de datos, se utilizó el software SPSS, en una primera etapa se realizó una prueba de normalidad para la variable dispersabilidad, cuyo resultado nos lleva al uso de pruebas de hipótesis en el campo de la estadística no paramétrica. Seguidamente se utilizó la prueba de Friedman para comparar diferencias entre los tratamientos y finalmente utilizamos prueba de wilcoxon para determinar cuáles son los tratamientos diferentes y conocer si es significativa su diferencia.

### 3.7.2. *Análisis de Acrilamida*

Se utilizó la metodología de cuantificación de acrilamida mediante HPLC-MS/MS, con base en el estudio de (Yuan et al., 2019, citado en Zegarra, 2022).

### 3.7.3. *Análisis Fisicoquímico en Producto Terminado*

**a. Determinación de Humedad.** Se realizó por el método gravimétrico AOAC (1990) citado en (Moya, 2011) con algunas modificaciones. Se pesaron aproximadamente 5 gramos de muestra triturada por tratamiento, utilizando un mortero para la homogenización. Posteriormente, la muestra se colocó en una cápsula tarada, y se registró su peso inicial. Las cápsulas fueron introducidas en una estufa de aire caliente a 100 °C durante 4 horas. Al finalizar el tiempo de secado, se obtuvo el peso final, lo que permitió calcular el contenido de humedad por diferencia de peso.

Se aplicó la siguiente fórmula

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

**b. Determinación de pH** Según lo descrito por la Universidad Peruana Unión (2023), para la medición del pH en alimentos sólidos se debe preparar un extracto diluido. En este estudio, se trituró entre 2 y 5 gramos de la muestra de papas fritas tipo chips, los cuales se diluyeron en agua destilada en una proporción 1:10 (peso/volumen). Posteriormente, la mezcla fue filtrada y el pH del extracto resultante se determinó utilizando tiras indicadoras de pH.

**c. Determinación de proteínas.** Determinación de Nitrógeno, Método de Kjeldahl descrito en (Zamorano et al., 2010).

**e. Determinación de Cenizas** Se realizó según la NTP 209.020:2015 Se tomó 2- 3 gramos de muestra en un crisol de peso conocido y se procedió a calcinar la muestra hasta conseguir cenizas (característico de color blanca) seguidamente se llevó a calcinar en una mufla a 500-600 °C por aproximadamente 4-5 horas.

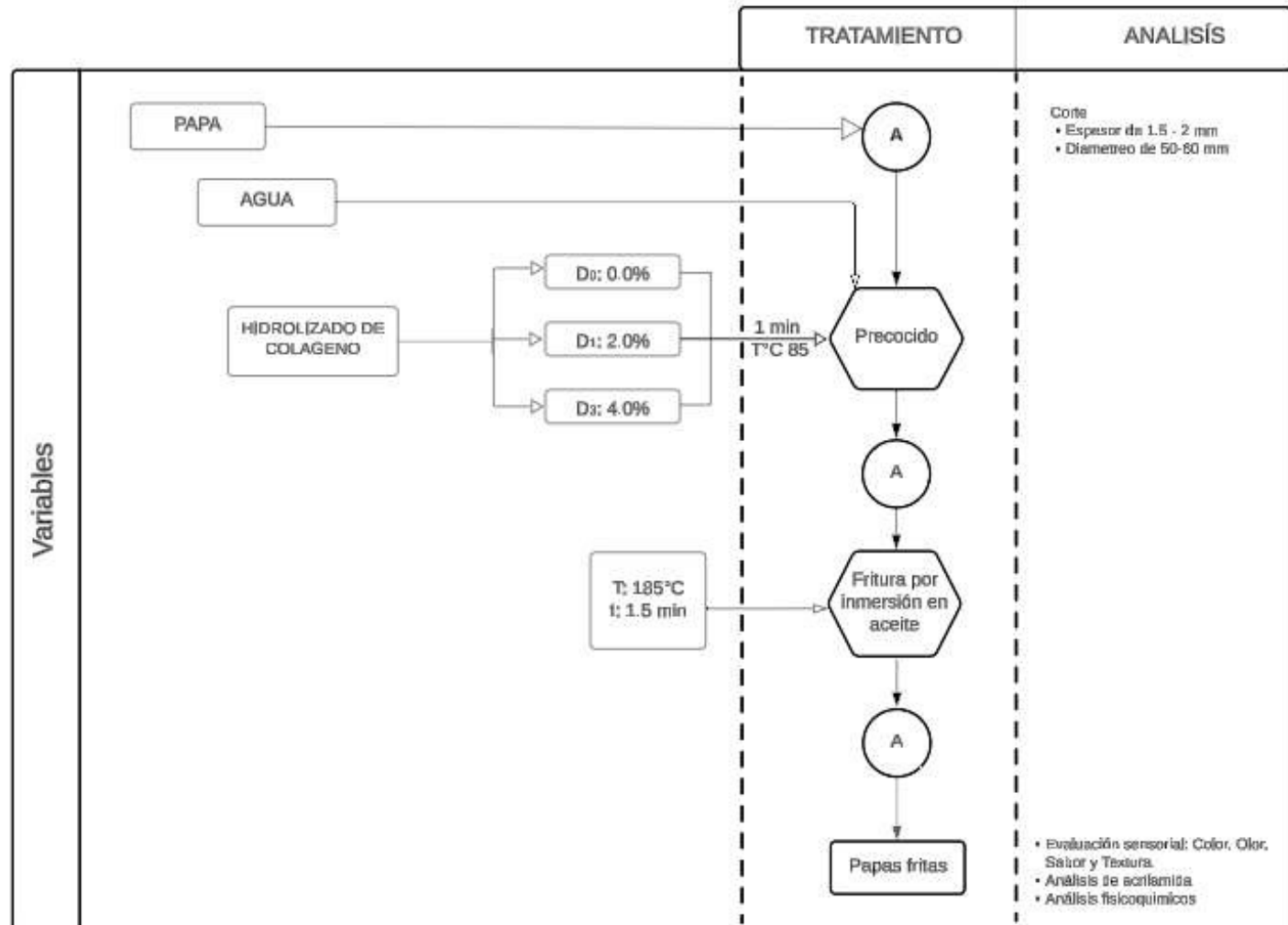
Determinamos el peso final hasta llegar a peso constante y aplicamos la siguiente fórmula.

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} \times 100$$

**f. Determinación de acidez** La determinación de ácidos grasos libres se realizó siguiendo el método oficial de la AOCS (AOCS, 1989), según lo descrito por Marasca et al. (2016).

Figura 12

Procedimiento del diseño experimental



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados Sensoriales

Los resultados derivados del análisis de cada tratamiento y sus respectivos escenarios se presentan en el anexo 5, donde se muestra, en una escala del 1 al 3 número seleccionado. Con la finalidad de elegir la prueba estadística que corresponda, se realizó una prueba de normalidad por sistema SPSS. A un nivel de significancia asignado para todas las muestras:  $(\alpha) = 0.05$ , donde:

Ho: la muestra de datos tiene tendencia normal

Ha: la muestra de datos no tiene tendencia normal

Se realizó en Reporte de SPSS (Anexo 6) bloque de Shapiro-Wilk para todas las muestras se cumple lo siguiente: P-valor (0.000)  $< \alpha$  (0.05) por lo que se rechazó Ho

Al analizar la estadística no se tienen tendencia normal. De acuerdo a la prueba de normalidad el análisis inferencial de datos será utilizando métodos no paramétricos.

#### *Prueba de Friedman*

Ho: las muestras no presentan diferencia

Ha: las muestras presentan diferencias

Nivel de significancia de 0.05

**Tabla 4**

*Suma de puntajes por tratamiento*

TRATAMIENTO	Color	Sabor	Dureza	Crocancia	Olor
301	55	61	58	56	63
401 (CONTROL)	51	50	60	62	60
501	74	69	62	62	57

**Tabla 5**

*Comparación de resultados con respecto a atributos sensoriales Color y Sabor*

	$\chi^2$	Df	<i>p-val</i>
<b>Color</b>	10.06		0.007
<b>Sabor</b>	6.06		0.048
<b>Dureza</b>	0.267	2	0.875
<b>Crocancia</b>	0.8		0.67
<b>Olor</b>	0.600		0.741

*Nota.* Tabla de decisión: para  $p\text{-valor} < \alpha (0,05)$ .

Como el  $p\text{-valor}$  es menor que el nivel de significancia típico de 0.05, se rechaza la hipótesis nula; por lo que, existe evidencia suficiente para concluir que hay una diferencia significativa para sabor y color.

Posteriormente, se aplicó la prueba estadística de Wilcoxon para analizar si existen diferencias entre los tratamientos de cada atributo.

### ***Prueba de Wilcoxon***

Evaluamos Color y Sabor por presentar diferencias

Ho: las muestras no presentan diferencia significativa

Ha: las muestras presentan diferencias significativas

Nivel de significancia de 0.05

**Tabla 6***Resultados Sensoriales*

	<b>Comparación</b>	<b>z</b>	<b>p-valor</b>
<b>Sabor</b>	301 – 401	-1.776	0.076
	401 – 501	0.033	0.033
	501 - 301	-.926	0.354
<b>Color</b>	301 – 401	-.604	0.546
	301 – 501	-2.402	0.016
	501 - 401	-2.645	0.008

*Nota.* Tabla de decisión:  $p\text{-valor} < \alpha (0,05)$


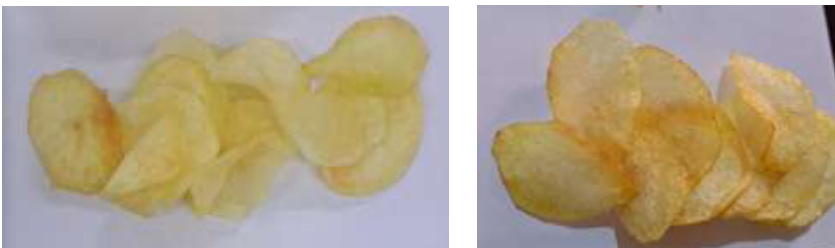

Como el p-valor son menores que el nivel de significancia seleccionado de 0,05, se rechaza la hipótesis nula; por lo que, existe evidencia suficiente para concluir que hay una diferencia significativa

Se concluye que la muestra para color 301 - 401 no difieren entre sí. Por otro lado, existe evidencia suficiente para concluir que hay una diferencia significativa para las muestras 301 de 501 y 401 – 501.

Adicional también se presentó que la muestra para sabor 301 – 401, 301 – 501 no difieren entre sí. En contraste existe evidencia suficiente para concluir que hay una diferencia significativa, en la muestra 501 - 401.

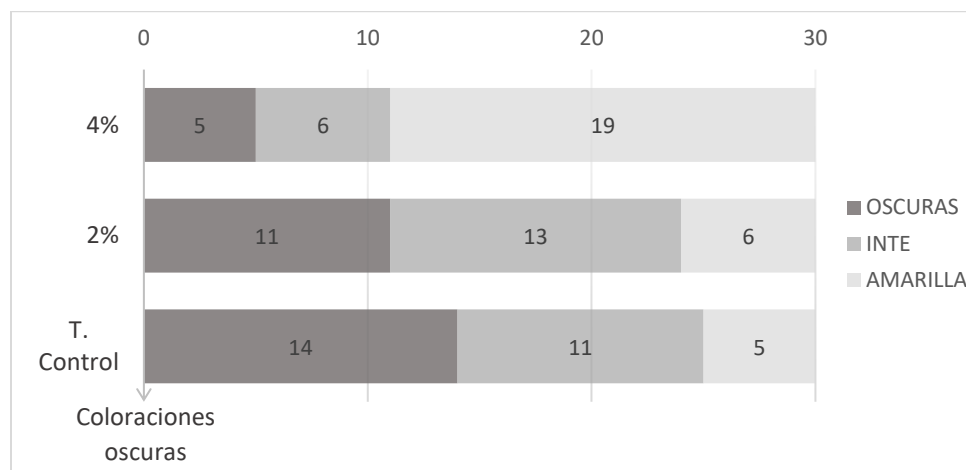
**Tabla 7**

*Características de color de las papas fritas por tratamiento control*

Característica Color	
401	
301	
501	

**Figura 13**

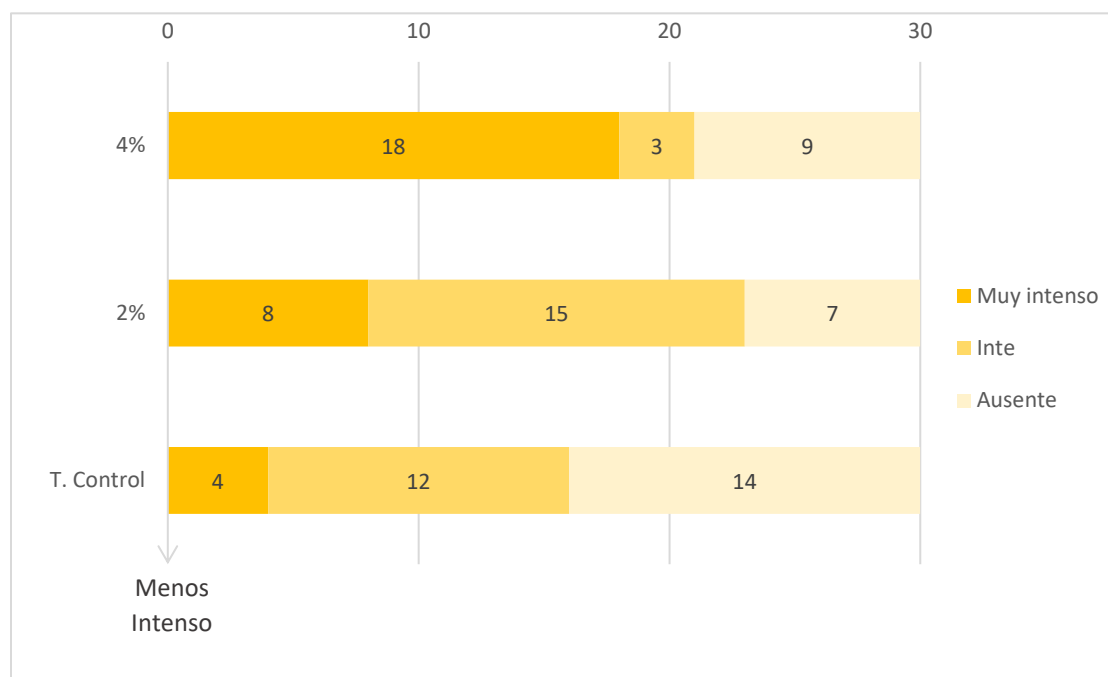
*Calificaciones asignadas para evaluación Color*



*Nota.* En la siguiente figura evidenciamos en una escala de ordenamiento la asignación del panel sensorial por tipo de tratamiento atribuyendo coloraciones menos oscuras a las tratadas con colágeno hidrolizado siendo las muestras de control calificadas en sobrección. El color: Como se ha señalado, el color constituye un atributo fundamental que influye tanto en la calidad del producto final, adicional el color también se ve afecto por los tratamientos que reciben las rodajas.

#### Figura 14

*Evaluación de la intensidad de sabor de las papas fritas tipo chips elaboradas con colágeno hidrolizado.*



*Nota.* La presente figura evidenciamos en una escala de ordenamiento donde los jueces calificaron por tipo de tratamiento atribuyendo sabor más intenso a la tratada con colágeno hidrolizado al 4%, resultado de significancia entre esta muestra y la TC.

#### 4.2. Resultados de Análisis de Acrilamida

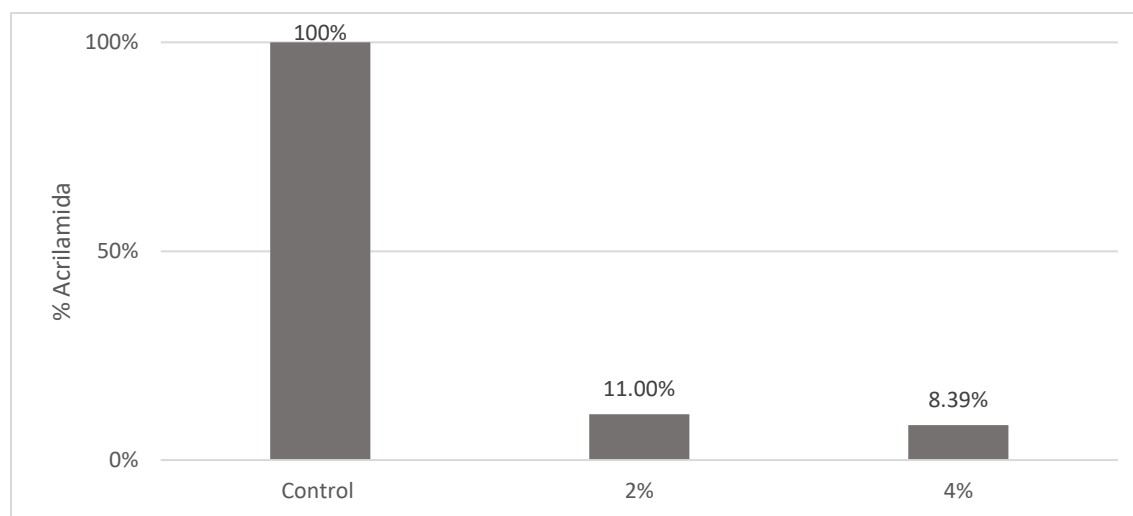
**Tabla 8**

*Resultados de acrilamida expresados en ugKg*

<b>Lote</b>	<b>Control</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
	<b>ug/Kg</b>	<b>ug/Kg</b>	<b>ug/Kg</b>
<b>Resultado</b>	691	76	58

**Figura 15**

*Reducción porcentual del contenido de acrilamida en papas fritas tipo chips a diferentes tratamientos de colágeno hidrolizado*



*Nota.* La adición de colágeno hidrolizado a diferentes concentraciones logra una reducción de acrilamida en papas fritas tipo chips.

### **4.3. Resultados de Análisis fisicoquímico**

a) Resultado de Humedad, Cenizas

**Tabla 9***Resultados de Humedad*

<b>Lote</b>	<b>Humedad</b>
<b>Hojuelas TC</b>	4.0060%
<b>Hojuelas Tratamiento 2%</b>	4.2243%
<b>Hojuelas Tratamiento 4%</b>	3.8533%

b) Resultado de Acidez y pH

**Tabla 10***Resultados de Acidez*

<b>Lote</b>	<b>Ácido oleico</b>	<b>p H</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Cenizas</b>
<b>Hojuelas TC</b>	0.30%	6-7	4.24%	1.10%
<b>Hojuelas CH 4%</b>	0.34%	6-7	4.96%	1.11%

## V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados de la Tabla N°6 se designan características sensoriales como color y sabor diferente, para la primera característica el panel sensorial evidenció diferencias en las tonalidades donde calificaron a la muestra 501 (tratada al 4% de CH) como amarillo característico a la materia prima y 401 (TC) como coloración oscura parecidas a la sobre cocción adicional también se evidenció diferencias en color entre muestra 501 y 301 (Tratamiento al 2% de CH) esto a un nivel de significancia del 95% mostrando según figura N°13, estos datos contradicen a la adición de compuestos señalado por Mestadagth (2008) que en el aditamento de compuestos como aminoácidos en el blanqueamiento encontró diferencias en las tonalidades donde consiguieron coloraciones oscuras en papas fritas, favoreciendo la reacción de maillard, Caso contrario se ven diferencias positivas en los tratamientos con ácido cítrico dando coloraciones brillantes a las rodajas. Morales. et al. (2014) otros tratamientos como canela y bougainvillea muestran diferencias significativas en color con respecto al tratamiento control, datos trabajados con un colorímetro. Ahora bien, no se ha atribuido coloraciones diferentes a la materia prima en nuestros resultados como lo marcado en el siguiente estudio por Saavedra (2016) donde usó extractos de tara en pan hallulla encontrándose color violeta grisáceo aumentando de acuerdo a la concentración. Además, en nuestro estudio, al ser ambas muestras de harina de color ligeramente amarillo, no se espera que tengan un color distinto en producto terminado.

Uno de los atributos que también marco diferencia en papas fritas tipo chips fue la intensidad de sabor entre las muestras 501(4% CH) y 401 (TC) difieren a los tratamientos por adición de compuestos donde Escobar (2022) afirma que el uso de diferentes concentraciones de harina de proteína de trigo no tiene diferencias significativas en la intensidad del sabor en

pan hallulla. Muñoz (2007), el uso de concentraciones se ve dictado para no interferir con las características sensoriales como el estudio donde utilizó 0.25 % de ácido cítrico encontró acidez en producto terminado de papas. Tal cual lo expresado para la concentración de 2% CH donde no se tiene diferencias con la muestra patrón.

En la tabla 8 se describen los resultados de acrilamida, nuestro TC fue hojuelas de papas sometidas a blanqueamiento donde nuestro resultado fue 641 ug/kg diferentes a lo mencionado por Zhang et al. (2018), donde encuentra resultados de 1200 ug/kg en blanqueamiento y 3100 ug/Kg en sin tratamiento. Proceso realizado por la lixiviación de los azúcares reductores, los cuales intervienen en la producción de acrilamida.

En cuanto a la adición de compuestos como forma de mitigación nuestros resultados para papas fritas tipo chips conseguimos la reducción de acrilamida comparado con nuestro TC donde usamos concentraciones bajas de CH al 4% y 2% una opción de proteína disponible dando resultados de 58 – 76 ug/Kg y reduciendo al 91.62% y 89% respectivamente. Coincidente con lo observado por Tareke (2022) señala que el nivel de acrilamida se reduce de acuerdo con el contenido de proteínas dato corroborado por Escobar (2022) donde al usar contenido intermedio de proteínas (9.9%) y baja cantidad de azúcares en la preparación de pan marraqueta obtuvo reducción de acrilamida en 42%. Del mismo modo, el uso de hidrolizado de proteína de soja en papas fritas reduce el contenido tóxico, ya que actúa como agente de agotamiento de los precursores, como los grupos carbonilo, y participa en procesos adicionales que eliminan la formación del compuesto (Wenzicha et al., 2003, citado en Cook, 2005).

De acuerdo con los niveles de referencia sostenidos en el Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión se estableció 750 ug/Kg para papas fritas tipo chips este resultado sirve para verificar la eficacia de las medidas de mitigación. Considerando nuestros resultados en los 2

tratamientos están por debajo del referencial, por lo cual podemos considerar nuestro tratamiento como conforme para reducir la acrilamida.

En el presente trabajo nuestro resultado de humedad fue de 4% promedio de los tres tratamientos ligeramente elevado cabe resaltar que se ha usado el método de escalado lo cual puede tener factores sobre el contenido final. Según el Real Decreto 126/1989 (Boletín Oficial del Estado [BOE], 1989) los resultados recomendados son 3% en papas fritas envasadas. En contraste, estudios Hasbún (2009) expone que las papas fritas con escaldado de pretratamiento permiten la gelatinización de las papas donde el contenido de humedad se eleva, también es de considerar que esto incrementa acorde a la superficie de la rodaja. Dato corroborado por Kaur (2008) quien utilizó escaldado y fritura a 180°C por 2 minutos teniendo humedad en 4%.

Para evitar desviaciones sensoriales con respecto al tratamiento utilizado se evitó el uso de sales u especias teniendo resultado de 1.05% promedio de cenizas, los resultados de proteínas en producto terminado de papas fritas tipo chips TC y CH al 4% fue de 4.26% y 4.96% respectivamente, diferencia que se puede atribuir a la adición parcial. Según el Instituto Nacional de Nutrición (1996), se reportó un contenido de proteínas del 5.5%, valor relativamente superior al obtenido en los resultados del presente estudio. Asimismo, se indicó un contenido de cenizas del 4.2%, resultado influenciado por la adición de sal.

Adicional para el resultado de acidez todos nuestros datos tabla 10 son inferiores a lo recomendado por el reglamento bromatológico citado por Segura y Villar (2023) donde recomienda máximo de 1% expresada en oleico.

## VI. CONCLUSIONES

6.1. Mediante la inmersión de colágeno hidrolizado se tuvo un impacto positivo en diversos aspectos del producto. En su mayoría se mantienen las características sensoriales, Asimismo, se logró una reducción significativa en la formación de acrilamida, lo que representa un avance en términos de inocuidad alimentaria. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas se tiene características ideales.

6.2. Se determinó mediante un panel de jueces consumidores la calidad sensorial del producto, la cual no fue afectada significativamente en olor, dureza y crocancia. Sin embargo, si se observaron diferencias en color y sabor, siendo coloraciones más claras e intensidad de sabor. en la mayor concentración de colágeno hidrolizado.

6.3. Ambos tratamientos dieron resultados favorables en la mitigación del compuesto toxico, donde se obtuvo un contenido de acrilamida de 53 ug/kg y 63 ug/kg en hojuelas fritas en 2% y 4% de CH siendo menor al tratamiento control.

6.4. Por ultimo en las propiedades fisicoquímicas tenemos resultados favorables para humedad, acidez y p H, por otro lado nuestros datos como cenizas resultaron diferentes posiblemente por omitir el uso de sales u especias.

## **VII. RECOMENDACIONES**

7.1. Se recomienda evaluar el efecto sobre el contenido de acrilamida de la adición de Colágeno Hidrolizado aplicado en papas fritas nativas.

7.2. Realizar una comparativa entre proteína y proteína hidrolizada a fin de ver su efecto sensorial y sobre el contenido de acrilamida.

7.3. Realizar un empadronamiento sobre el contenido de acrilamida en productos de snack de papa.

7.4. Evaluar los posibles costos de la adición de colágeno Hidrolizado a papas fritas tipo chips a nivel industrial.

## VIII. REFERENCIAS

- Al Hajj, W., Salla, M., Krayem, M., Khaled, S., Hassan, H. F., y El Khatib, S. (2024). Colágeno hidrolizado: exploración de sus aplicaciones en las industrias de alimentos y bebidas y evaluación de su impacto en la salud humana: una revisión exhaustiva. *Heliyon*, 10(16), e36433. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024124644>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4.ª ed.). México: Pearson Educación.
- Unión Europea. (2017). Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión, de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea L 304*, pp. 24-44. <https://data.europa.eu/eli/reg/2017/2158/oj>
- Bradshaw, J., y Ramsay, G. (2009). Origen y producción de la papa. En J. Singh & L. Kaur (Eds.), *Advances en la química y tecnología de la papa* (pp. 1–26). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374349-7.00001-5>
- Calderón, R., Cornejo, J., Falcón, D., Marreros, F. J., y Torres, F. (2016). *Plan de negocio para la empresa de snacks saludables FrutiChips*. [Tesis de pregrado, Universidad del pacífico]. Repositorio de la Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/5d63b656-48a2-4052-911f-037f15441a23/content>
- Carbonell-Capella, J., Esteve, M., y Frígola, A. (2014). Snacks de patatas fritas y productos derivados, estudio de mercado. Aceptación en una alimentación saludable. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 20(3), 99–108. <https://doi.org/10.14642/RENC.2014.20.3.5020>
- Castro, C. (2008). *Evaluación de las propiedades físico-químicas y sensoriales de la patata para*

- fritura*. [Tesis de posgrado, Universidad de Burgos]. Repositorio Institucional de la Universidad de Burgos. [https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/27/Castro\\_Lara.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/27/Castro_Lara.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Chaves, C., Irias, A. y Arias, M. (2016). Formación de acrilamida durante el procesamiento de alimentos. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 25(2), 28–35. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292016000200028&lng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292016000200028&lng=es)
- Unión Europea (2017). Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión, de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea L 304*, pp. 24-44. <https://data.europa.eu/eli/reg/2017/2158/oj>
- Cook, D., y Taylor, J. (2005). Monitoreo MS/MS en línea de la generación de acrilamida en sistemas basados en papa y cereales. *Revista de agricultural and food chemistry*, 53(23), 8926–8933. <https://doi.org/10.1021/jf051585p>
- Cordero, G. (2017). *Análisis sensorial de los alimentos*. AMV Ediciones.
- Córdova, I. y Flores, J. (2022). *Niveles de acrilamida en hojuelas de papas fritas comercializadas en Lima Metropolitana en el año 2018 y valores de referencia*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/17910>
- Correa, T. N. (2004). *Estudio de factibilidad de producción y comercialización de papas prefritas congeladas en la Planta de Procesamiento de Frutas y Hortalizas de Zamorano*. [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Repositorio digital Zamorano.

- <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ecfc0b8f-b8c9-43f7-a0ed03827f669042/content>
- Dilas, N. (2022). *Formación de acrilamida durante la fritura de papa (Solanum tuberosum) y cuatro raíces amiláceas sometidas a escaldado y acidificación*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Repositorio Institucional UNTRM. <https://hdl.handle.net/20.500.14077/2909>
- Escobar, R. (2022). *Influencia del tipo de harina en la formación de neo-contaminantes y características sensoriales de pan tipo "marraqueta"*. [Título de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Institucional Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/192341>
- Espinosa, J. (2020). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Editorial Universitaria. <https://elibro.upc.elogim.com/es/lc/upc/titulos/71335>
- Estellano, G., Crosa, M. J., Elichalt, M., Skerl, V., Cadenazzi, M., Olazábal, L., & Vilaró, F. (2014). Chips de papa, la fritura en vacío y beneficios para la salud. *Innotec*, (9), 70-74. <https://www.redalyc.org/pdf/6061/606166714009.pdf>
- Ferrer Pérez, A. (2022). *La problemática de la acrilamida ante tratamientos térmicos y su posterior digestión gástrica*. [Trabajo de pregrado, Universitat Politècnica de València]. Repositorio UPV. <https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/5502e321-0381-4f28-8193-a4d4f2b6758f/content>
- Friedman, M. (2015). Acrilamida: inhibición de su formación en alimentos procesados y mitigación de la toxicidad en células, animales y seres humanos. *Food & function*, 6(6), 1752-1772. <https://doi.org/10.1039/c5fo00320b>
- Mariluz, O. (2015, 29 de mayo). Limeños tienden a comprar más snacks en supermercados.

*Gestión*. <https://gestion.pe/impresalimenes-tienden-comprar-snacks-supermercados-91136-noticia/>

González, V., Navarro, C., y Ronco, A. M. (2021). Acrilamida en los alimentos: Valores de referencia, recomendaciones y acciones de mitigación. *Revista chilena de nutrición*, 48(1), 109-117. <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v48n1/0717-7518-rchnut-48-01-0109.pdf>

Goodman Gallo Ruiz, S. G. (2021). *Análisis estratégico sobre el sector de snacks dulces y salados en Perú*. [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Católica del Perú]. Repositorio PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b1d4f81d-76e2-4f71-886c-304e34e8cc5f/content>

Hasbún, J., Esquivel, P., Brenes, A., y Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas*, 33(1), 77-89. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3022697>

Kaur, A., Singh, N. y Ezekiel, R. (2008). Parámetros de calidad de las patatas fritas de diferentes cultivares: Efecto del almacenamiento previo y las temperaturas de fritura. *International Journal of Food Properties*, 11 (4), 791–803. <https://doi.org/10.1080/10942910701622664>

Kim, C. T., Hwang, E. S., & Lee, H. J. (2006). Reducción de la acrilamida en snacks fritos mediante la adición de aminoácidos. *Journal of Food Science*, 70(5), C354-C358. <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09966.x>

León-López, A., Morales-Peñaloza, A., Martínez-Juárez, V., Vargas-Torres, A., Zeugolis, D., y Aguirre-Álvarez, G. (2019). Colágeno hidrolizado: fuentes y aplicaciones. *Moléculas*. 24(22), 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>

- Maan, A.A., Anjum, MA, Khan, MKI, Nazir, A., Saeed, F., Afzaal, M. y Aadil, R.M. (2020). Formación de acrilamida y diferentes estrategias de mitigación durante el procesamiento de alimentos: una revisión. *Food Reviews International* , 38 (1), 70–87. [https:// DOI: 10.1080/87559129.2020.1719505](https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1719505)
- Marasca, E., Greetham, D., Herring, S., y Fisk, I. (2016). Impacto del lavado con nitrógeno y la elección del aceite en la progresión de la oxidación lipídica en patatas fritas en rodajas sin lavar. *Food chemistry* 199, 81-86. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.014>
- Masson, L., Muñoz, J., Romero, N., Camilo, C., Encina, C., Hernández, L., Castro, J., y Robert, P. (2007). Acrilamida en patatas fritas: Revisión actualizada. *Grasas y Aceites*, 58(2), 185–193. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/121497>
- Matus, J. (2017). *Optimización y estudio del efecto de polifenoles extraídos de vainas rojas de tara (Caesalpinia spinosa) y concentración de sal en el contenido de neo-contaminantes, calidad y perfil sensorial en galletas saladas*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/170394>
- Mendoza, F., Dejmek, P., y Aguilera, J. (2007). Análisis de color y textura de la imagen en la clasificación de patatas fritas comerciales. *Food Research International*, 40(9), 1146-1154. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996907001007>
- Mestdagth, F., De Wilde, T., Delporte, K., Van Peteghem, C., y De Meulenaer, B. (2008). Impacto de los pretratamientos químicos en la formación de acrilamida y la calidad sensorial de las patatas fritas. *Food Chemistry* , 106 (3), 914-922. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814607006553>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo [MINCETUR]. (17 de mayo del 2022). *¡Que viva la papa peruana!: 4 platos emblemáticos del Perú a base de papa, ¿de dónde provienen?*.

<https://www.peru.travel/es/inspirate/que-viva-papa-peruana-4-platos-emblematicos-del-peru-base-de-papa-donde-proviene>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [MIDAGRI] (30 de mayo del 2022). *En el Día Nacional, el Perú lidera la producción de papa en América Latina*.  
<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/612374-midagri-en-el-dia-nacional-el-peru-lidera-la-produccion-de-papa-en-america-latina>

Bejarano-Ibarra RE, Bravo-Ayala MM, Huamán-Del-Pino VM, Huapaya-H C, Roca-N A, Rojas-Ch E. *Tabla de composición de alimentos industrializados*. Lima: Instituto Nacional de Salud; 2002. <https://repositorio.ins.gob.pe/items/5ebe721c-8ec7-4852-bf47-df94d4ee9c4b>

Moya Vasquinzay, K. P. (2011). *Determinación de la calidad en papas tipo French Fries mediante visión computacional y estudio de sus propiedades físicas*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Universidad de Chile.  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105369>

Muñoz, C. (2015). *Mitigación de la formación de acrilamida en hojuelas de papas mediante el uso de fritura al vacío*. [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/134944>

Muñoz, J. (2007). *Reducción del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicación de pretratamientos y diferentes temperaturas de fritura*. [Tesis de posgrado, Universidad de Chile]. Universidad de Chile.  
<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/101690>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2023). *Proteínas*. <https://www.fao.org/nutrition/requirements/proteinas/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2022). *Código*

*de Prácticas para la Reducción de Acrilamida en los Alimentos*

[https://www.fao.org/input/download/standards/11258/CXP\\_067s.pdf](https://www.fao.org/input/download/standards/11258/CXP_067s.pdf)

Pazmiño, L. (2010). Aplicación de una tecnología de acondicionamiento para la elaboración de papa prefrita congelada tipo bastón. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

Repositorio UTA. <https://es.scribd.com/document/511219268/Tarea-Tesis-1>

Pedreschi, F., Mariotti, M. S., & Granby, K. (2013). Cuestiones actuales sobre la acrilamida alimentaria: formación, mitigación y evaluación de riesgos. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(1), 9–20. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6349>

Rifai L. y Saleh F. (2020). Una revisión sobre la acrilamida en alimentos: presencia, toxicidad y estrategias de mitigación. *Revista Internacional de Toxicología*, 39(2),93-102.

<https://doi.org/10.1177/1091581820902405>

Ruiz, B. (2009). *Propiedades antioxidantes de los productos de la reacción de Maillard y su influencia en la absorción de hierro y cobre. Relación con la capacidad quelante de metales*. [Tesis de posgrado, Universidad de Granada]. Repositorio Universidad de

Granada. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/2153/17811880.pdf>

Saavedra, I. (2016). *Desarrollo de un extracto de tara (Caesalpinia spinosa) y estudio de su efecto sobre el contenido de neo-contaminantes, calidad y perfil sensorial de pan tipo*

*hallulla* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Universidad de Chile.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149574>

Sousa, S., Fragoso, S., Penna, C., Arcanjo, N., Silva, F., Ferreira, V., Barreto, M., y Araújo, Í. (2017). Parámetros de calidad de salchichas tipo Frankfurt con sustitución parcial de grasa

por colágeno hidrolizado. *LWT – Food Science and Technology*, 76(Part B), 320–325.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>

- Santamaría, D. (2022). *Estrategias de mitigación para reducir la formación de acrilamida en patatas fritas: una revisión* [Tesis de posgrado, Universidad de Chile]. Repositorio DSpace UMH. <https://hdl.handle.net/11000/28906>
- Segura, N., & Villar, M. N. (2023). Estudio de calidad de papas chips en venta en el mercado uruguayo. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 17(7), 1–10, e03216. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v17n7-011>
- Sousa, S., Fragoso, S., Penna, C., Arcanjo, N., Silva, F., Ferreira, V., Barreto, M., y Araújo, Í. (2017). Parámetros de calidad de salchichas tipo frankfurter con sustitución parcial de grasa por colágeno hidrolizado. *LWT – Food Science and Technology*, 76(Part B), 320–325. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.034>
- Tajner-Czopek, A., Kita, A., y Rytel, E. (2021). Características de las patatas fritas y las patatas chips en cuanto al contenido de acrilamida: métodos para reducir el contenido de compuestos tóxicos en los snacks de patata preparados. *Applied Sciences*, 11 (9), 3943. <https://doi.org/10.3390/app11093943>
- Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S. y Törnqvist, M. (2002). Análisis de acrilamida, un carcinógeno formado en alimentos calentados. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 50 (17), 4998-5006. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020302f>
- Tacca C. (2020) Conocimiento e ingesta de acrilamida en estudiantes de nutrición de la UNFV 2018. [Tesis de posgrados, Universidad Nacional Federico villarreal]. [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4283/TACCA%20ORTIZ%20CINTHYA%20MAGALI%20-%20T%20C3%8CTULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4283/TACCA%20ORTIZ%20CINTHYA%20MAGALI%20-%20T%20C3%8CTULO%20PROFESIONAL.pdf?sequence=1&utm_source=chatgpt.com)

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2019). Recomendación (UE) 2019/1888 de la Comisión, de 7 de noviembre de 2019, relativa al control de la presencia de acrilamida en determinados alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea* 33. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019H1888>

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2017). Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos. *Diario Oficial de la Unión Europea, L* 304, 24-44. <https://eur-lex.europa.eu/oj/direct-access.html?locale=es>

Villacrés E., Zurita, G., Samaniego, I., y Angós, J. (2020). Evaluación del contenido de acrilamida en chips de papa (*Solanum tuberosum* L.) elaborados por fritura convencional y al vacío. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 24(1), 34-49. <https://doi.org/10.37066/ralap.v24i1.388>

Vioque, J., Clemente, A., Pedroche, J., Yust, M. del M., y Millán, F. (2001). Obtención y aplicaciones de hidrolizados proteicos. *Grasas y Aceites*, 52(2), 132–136. <https://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/385/388>

Voyer, L., y Alvarado, C. (2019). Reacción de Maillard: Efectos patogénicos. *Medicina (Buenos Aires)*, 79(2), 137-143. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0025-76802019000300008&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0025-76802019000300008&script=sci_arttext&tlng=en)

Zamorano, R., Guzmán, C. E., & Ibáñez, J. (2010). Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la Región Metropolitana de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4), 439–445. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182010000400004>

Zegarra, M. (2022). *Mitigación de acrilamida en papas fritas tipo hojuelas, adicionando extractos*

*fenólicos obtenidos de inca muña (Clinopodium bolivianum)*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. Repositorio UNALM <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5377/zegarra-ganoza-marianella-de-lourdes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zhang, Y., Kahl, D., Bizimungu, B., y Lu, Z. (2018). Efectos de los tratamientos de escaldado sobre la acrilamida, la asparagina, los azúcares reductores y el color de las patatas fritas. *Journal of food science and technology*, 55, 4028-4041. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3329-1>

Zyzak, D., Sanders, R., Stojanovic, M., Tallmadge, D., Eberhart, B., Ewald, D., Gruber, D., Morsch, T., Strothers, M., Rizzi, G., y Villagran, M. (2003). Mecanismo de formación de acrilamida en alimentos calentados. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(16), 4782–4787. <https://doi.org/10.1021/jf034180i>

### Anexo A. Ficha de evaluación sensorial usando método de ordenamiento

Elaborado Luis Palva Tarrillo	<b>Cuestionario para selección de Panel Sensorial</b>	Edición N°1
----------------------------------	---	-------------

1. Correo electrónico:

2. Nombre Completo:

3. Distrito donde vive:

4. Sexo:        a. Masculino    b. Femenino    c. No opina

5. Edad (años):

6. Grado de instrucción:

a. Bachiller    b. Universitario en curso    c. Técnico    d. Secundaria

7. Teléfono:

8. ¿Con que frecuencia Consume Snacks?

a. 1 vez a la semana    b. 2-3 veces a la semana    c. 4-5 veces a la semana    d. de 6 a más veces

9 ¿Padece usted de alguna enfermedad?

a. Diabetes    b. Enfermedad en encías u oral    c. Hipoglicemia    d. Alergia a los alimentos

e. Ninguna

10. ¿Fuma? De ser afirmativa la respuesta favor especificar la frecuencia

a. No    b. Sí, ocasionalmente    c. Sí, frecuentemente

11. ¿Ingiere bebidas alcohólicas? De ser afirmativa la respuesta favor especificar la frecuencia

a. No    b. Sí, Ocasionalmente    c. Sí, Frecuentemente

12. ¿Cómo califica Ud. su sensibilidad a los atributos sensoriales de los alimentos?

a. Menor que el promedio    b. Promedio    c. Mejor que el promedio

13. ¿Actualmente, está Ud. en alguna dieta estricta o especial?

a. Sí    b. No

14 ¿Le gustaría y estaría dispuesto a participar en el proceso de conformación del jurado sensorial y su aplicación?

a. Si    b. No

## Anexo B. Ficha de evaluación sensorial usando método de ordenamiento

Elaborado: Luis Paiva Tarrillo	Capacitación para Panel Sensorial de Papas Fritas Tipo Chips con Adición de Colágeno Hidrolizado	Edición 1
-----------------------------------	---	-----------

*Agradeciendo su apoyo frente a la respuesta positiva en ser parte de la investigación.  
Les doy la bienvenida al panel sensorial  
A través del siguiente documento brindó algunas nociones para la evaluación a realizarse.*

### Nociones sobre tipo de jueces

Existen diferentes clases de panelistas como: Juez experto, juez entrenado, juez semientrenado y juez consumidor.

### ¿Qué es un panelista o juez consumidor?

Son personas consumidoras habituales o potenciales del producto a valorar. El número de jueces necesarios para las pruebas oscila entre 30 y 40.

Según Gustavo Cordero, en su libro de análisis sensorial de los alimentos.

Recomienda proporcionar a los candidatos unas nociones básicas sobre el análisis sensorial. Además de algunas definiciones.

### Procedimiento

En el análisis sensorial a realizarse se evaluarán 3 muestras de papas fritas tipo chips. Su elaboración se realizará a nivel de laboratorio.

Con el apoyo del panel se calificará a través de 5 atributos diferentes de acuerdo a lo perceptible.

### Características a evaluar en la investigación:

Las muestras serán preparadas en laboratorios y en conjunto al panel se evaluará lo siguiente:

- Color: Evaluaremos la tonalidad en los 3 modelos de acuerdo a la tonalidad siendo desde A hacia E los puntos a calificar.



- Dureza: Propiedad mecánica de textura relativa a la fuerza requerida para deformar el alimento o para hacer penetrar un objeto en él. En esta investigación realizaremos la evaluación a través de la mandíbula colocando el producto en los molares, aplicaremos la fuerza y puntuamos, en la escala de intensidad.  
Ejemplo: La dureza varía desde blando (como un durazno maduro) hasta duro (como una zanahoria cruda).
- Crujiente: Es la combinación de propiedades: fragilidad y sonido. sonido: ruido que realizan ciertos objetos al romperse, moverse o rozarse con otros. por tanto, cuando algo cruje emite un sonido característico. En esta investigación realizaremos la evaluación a través del sonido producido al ejercer presión de la mandíbula, hasta perforar el alimento y puntuamos.
- Sabor: En la evaluación de las 3 muestras apreciamos la intensidad en el sabor característico a papa fritas tipo chips y puntuamos.
- Olor: En la evaluación de las 3 muestras apreciamos la intensidad en el olor característico a papa fritas tipo chips y puntuamos.

### Anexo C. Ficha de evaluación sensorial usando método de ordenamiento

Elaborado Luis Paiva Tamillo	<b>Evaluación sensorial</b> <b>Papas fritas tipo chips con adición de colágeno</b>	Edición N°1
---------------------------------	---	-------------

Nombre y Apellido

Pruebe las muestras de izquierda a derecha después de enjuagarse la boca antes de evaluar cada una. Ordenar de acuerdo a los criterios

- Dureza

Blando \_\_\_\_\_ → Duro

- Crocancia

Ausente \_\_\_\_\_ → Muy intenso

- Color - tonalidad

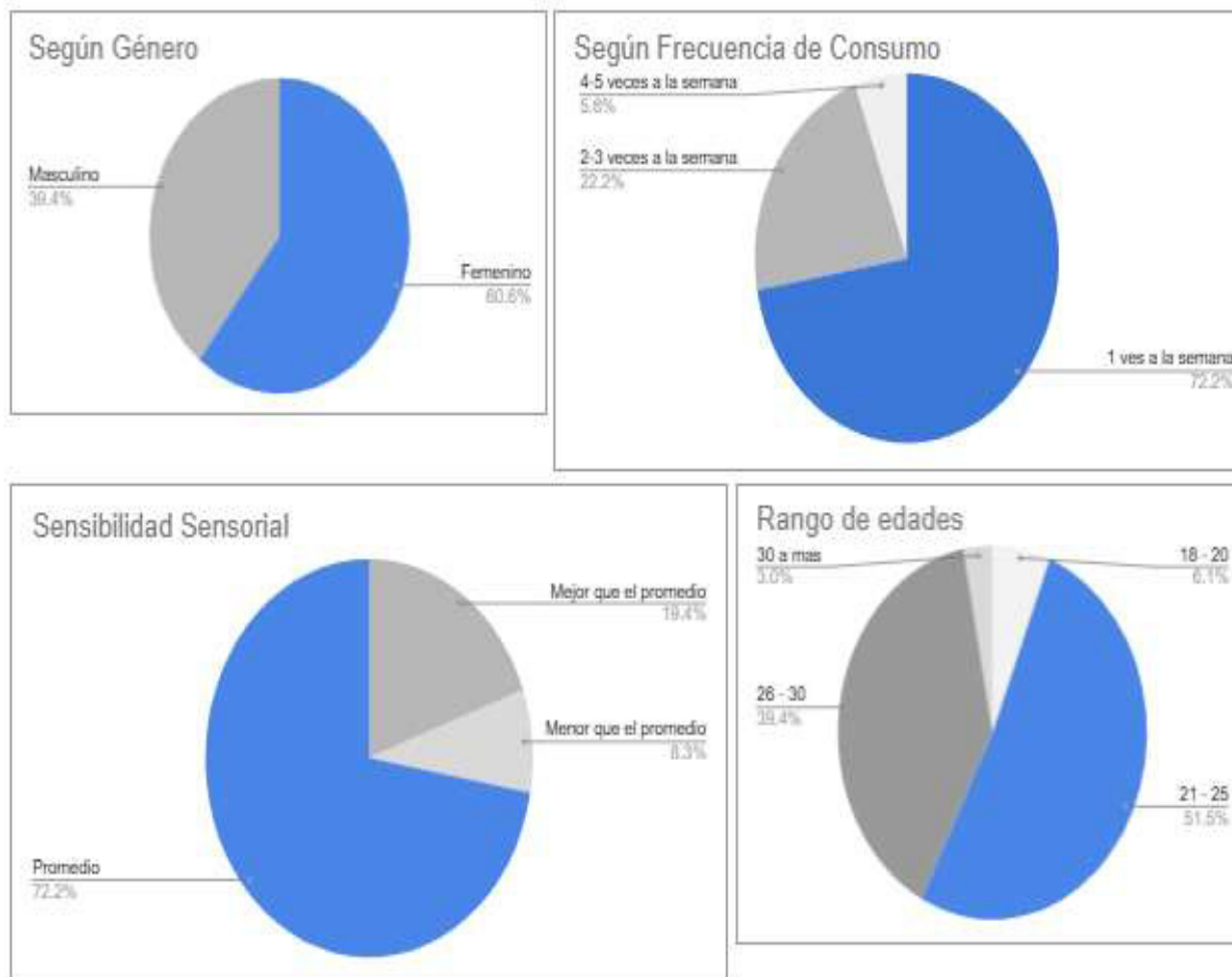
Amarillo \_\_\_\_\_ → Dorado Oscuro

- Olor - Característico

Ausente \_\_\_\_\_ → Muy intenso

- Sabor - Característico

Ausente \_\_\_\_\_ → Muy intenso

**Anexo D.** Ficha de evaluación sensorial usando método de ordenamiento

## Anexo E. Puntuaciones asignadas Escala de 1 – 3

JUECES	Tratamiento al 2%				Control					Tratamiento al 4%					
	COLOR	SABOR	DUREZA	CROCANCIA	OLOR	COLOR	SABOR	DUREZA	CROCANCIA	OLOR	COLOR	SABOR	DUREZA	CROCANCIA	OLOR
	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15
1	3	2	3	1	3	1	1	2	2	2	2	3	1	3	1
2	2	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	2	2
3	1	3	3	2	1	3	2	2	1	3	2	1	1	3	2
4	2	2	2	1	3	3	1	1	3	2	1	3	3	2	1
5	2	1	1	3	1	3	2	2	2	3	1	3	3	1	2
6	2	2	2	2	3	1	3	3	3	2	3	1	1	1	1
7	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	1	1	1	1
8	1	2	2	1	3	2	3	3	3	2	3	1	1	2	1
9	2	3	1	1	3	1	2	2	2	1	3	1	3	3	2
10	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
11	2	1	1	1	3	1	2	2	2	2	3	3	3	3	1
12	1	3	1	3	3	2	1	2	2	1	3	2	3	1	2
13	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3	3
14	1	2	2	2	1	2	1	3	1	2	3	3	1	3	3
15	1	2	1	3	1	2	1	3	1	2	3	3	2	2	3
16	1	2	3	1	1	2	1	2	3	3	3	3	1	2	2
17	1	3	3	2	3	2	2	1	3	1	3	1	2	1	2
18	2	3	2	3	2	3	1	1	1	3	1	2	3	2	1
19	1	1	3	1	3	3	2	1	3	1	2	3	2	2	2
20	2	1	3	1	1	1	2	1	3	2	3	3	2	2	3
21	3	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2	3	1	1	2
22	3	2	1	2	2	2	3	2	1	3	1	1	3	3	1
23	1	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	1	1	1	1
24	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
25	2	3	1	3	3	1	1	2	2	1	3	2	3	1	2
26	3	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2	3	3	3	2
27	3	2	2	2	2	1	1	3	1	1	2	3	1	3	3
28	3	2	1	3	3	2	1	3	1	1	1	3	2	2	2
29	2	2	3	1	1	1	1	2	3	3	3	3	1	2	2
30	2	3	3	2	2	1	2	1	3	3	3	1	2	1	1

**Anexo F.** Distribución de la normalidad

**Reporte del SPSS:**

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tratamiento 2%	v1	.234	30	.000	.802	30	.000
	v2	.252	30	.000	.810	30	.000
	v3	.237	30	.000	.794	30	.000
	v4	.255	30	.000	.790	30	.000
	v5	.302	30	.000	.730	30	.000
Control	v6	.291	30	.000	.774	30	.000
	v7	.292	30	.000	.772	30	.000
	v8	.233	30	.000	.813	30	.000
	v9	.237	30	.000	.794	30	.000
	v10	.200	30	.004	.808	30	.000
Tratamiento 4%	v11	.387	30	.000	.676	30	.000
	v12	.378	30	.000	.667	30	.000
	v13	.282	30	.000	.747	30	.000
	v14	.237	30	.000	.794	30	.000
	v15	.219	30	.001	.808	30	.000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

**Anexo G.** SPSS Rango promedio para color, olor, sabor, dureza y crocancia

**Rangos**

Color	Rango promedio
TRAT301	1.83
TRAT401	1.70
TRAT501	2.47

Sabor	Rango promedio
SAB301	2.03
SAB401	1.67
SAB501	2.30

Crocancia	Rango promedio
CROCANCIA301	1.87
CROCANCIA401	2.07
CROCANCIA501	2.07

Dureza	Rango promedio
DUREZA301	1.93
DUREZA401	2.00
DUREZA501	2.07

Olor	Rango promedio
OLOR301	2.10
OLOR401	2.00
OLOR501	1.90

## Anexo H. Especificaciones fisicoquímicas del Colágeno Hidrolizado

HANGZHOU QUNLI GELATIN CHEMICAL CO., LTD.			
产品指标数据表 SPECIFICATION DATA SHEET			
			
品名 Product Name	INSTANT HYDROLYZED COLLAGEN		
来源 Origin	CHINA / BOVINE SKIN		
检验依据 Method	REFER TO QB/T2732-2005 USP38 OR MEET CUSTOMER REQUEST		
物理项目 Physical Items			
项目 Item	单位 Unit	指标 Specification	
蛋白质 Protein Content	%	≥90.0	
相对分子质量 Molecular Weight	Da	500-3000	
水分 Moisture Content	%	≤8.0	
灰分 Ashes Content	%	≤2.0	
PH值 PH Value	—	4.0-7.0	
水不溶物 Insoluble Particles	%	≤0.1	
松基密度 Bulk Density	g/mL	0.36-0.51	
外观 Appearance	—	LIGHT YELLOW GRANULAR POWDER WITH A CHARACTERISTIC ODOR	
化学项目 Chemical Items			
项目 Item	单位 Unit	指标 Specification	
二氧化硫 Reducing Substances (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	≤50	
过氧化物 Residual Hydrogen Peroxide (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	mg/kg	≤10	
重金属 (以Pb计) Heavy Metals (Pb)	mg/kg	≤10	
砷 Arsenic (As)	mg/kg	≤1.5	
铬 Chromium (Cr)	mg/kg	≤2.0	
铅 Lead	mg/kg	≤0.5	
镉 Cadmium	mg/kg	≤0.5	
汞 Mercury	mg/kg	≤3.0	
钠 Sodium(Na)	mg/100g	≤300	
生物项目 Microbial Items			
项目 Item	单位 Unit	指标 Specification	
菌落总数 Aerobic Plate Count	cfu/g	≤1000	
大肠菌群 Coliform	cfu/g	≤10	
酵母菌、霉菌 Yeast and Mould	cfu/g	≤10	
大肠杆菌 E. Coli	in 10g	NEGATIVE	
沙门氏菌 Salmonella	in 25g	NEGATIVE	
金黄色葡萄球菌 Staphylococcus aureus	in 10g	NEGATIVE	
单核细胞增生李斯特氏菌 Listeria monocytogenes	in 750gms	NEGATIVE	
包装 Packing	20KGS/KRAFT PAPER BAGS		
储存 Storage	STORE IN DRY, COOL AND ODORLESS PLACE AWAY FROM MOISTURE AND DIRECT SUNLIGHT.		
保质期 Shelf Life	5 YEARS IF SEALED AND STORED PROPERLY.		

品质保证部  
Q.A. Department

## Anexo I. Niveles de acrilamida por UE2017 2158

### NIVELES DE REFERENCIA A LOS QUE SE REFIERE EL ARTÍCULO 1, APARTADO 1

A continuación se indican los niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios, a los que se refiere el artículo 1, apartado 1:

Alimento	Nivel de referencia [µg/kg]
Patatas fritas listas para consumir	500
Patatas fritas a la inglesa (chips) fabricadas con patatas frescas y con masa de patatas	750
Galletas saladas a base de patatas	
Otros productos con masa de patatas	
Pan de molde	
a) pan de molde a base de trigo	50
b) otro pan de molde	100
Cereales para el desayuno (a excepción del porridge)	
— productos de salvado y cereales integrales, grano inflado	300
— productos a base de trigo y centeno <sup>(1)</sup>	300
— productos a base de maíz, avena, espelta, cebada y arroz <sup>(1)</sup>	150
Galletas y barquillos	350
Galletas saladas, excepto las de patata	400
Pan crujiente	350
Pan de especias	800
Productos similares a los demás productos de esta categoría	300
Café tostado	400
Café instantáneo (soluble)	850
Sucedáneos del café	
a) sucedáneos del café compuestos exclusivamente por cereales	500
b) sucedáneos del café compuestos por una mezcla de cereales y achicoria	<sup>(2)</sup>
c) sucedáneos del café compuestos exclusivamente por achicoria	4 000
Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, excluidos las galletas y los biscotes <sup>(3)</sup>	40
Galletas y biscotes para lactantes y niños de corta edad <sup>(3)</sup>	150

<sup>(1)</sup> Cereales no integrales ni de salvado. La categoría se determina en función del cereal presente en mayor cantidad.

<sup>(2)</sup> El nivel de referencia que debe aplicarse a los sucedáneos compuestos por una mezcla de cereales y achicoria debe tener en cuenta la proporción relativa de estos ingredientes en el producto final.

<sup>(3)</sup> Tal como se definen en el Reglamento (UE) n.º 609/2013.