



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**EFFECTO DE LA FRITURA EN LA VIDA ÚTIL DE UN  
SNACK ENRIQUECIDO CON HARINA DE ALVERJA**  
**(*Pisum sativum*)**  
**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR**  
**YEPEZ CHANCAY LUIS FERNANDO**

**TUTOR**  
**Ing. MORENO PAREDES MIGUEL ÁNGEL, MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, MORENO PAREDES MIGUEL ÁNGEL, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE LA FRITURA EN LA VIDA ÚTIL DE UN SNACK ENRIQUECIDO CON HARINA DE ALVERJA (*Pisum sativum*), realizado por el estudiante YEPEZ CHANCAY LUIS FERNANDO; con cédula de identidad N° 0952069185 de la carrera AGROINDUSTRIA, Unidad Académica Sede matriz Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. MORENO PAREDES MIGUEL ÁNGEL, MSc.  
Firma del Tutor

Guayaquil, 8 de febrero del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ**  
**CARRERA AGROINDUSTRIA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “EFECTO DE LA FRITURA EN LA VIDA ÚTIL DE UN SNACK ENRIQUECIDO CON HARINA DE ALVERJA (*Pisum sativum*)”, realizado por el estudiante YEPEZ CHANCAY LUIS FERNANDO, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ing. Cecibel Alava Pincay, Ph.D.  
**PRESIDENTE**

---

Ing. Yoansy García Ortega, Msc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

Ing. Miguel Moreno Paredes, Msc.  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 19 de junio del 2024

### **Dedicatoria**

Dedico este logro principalmente a Dios que me ha dado la fortaleza para seguir adelante, guiarme en este proceso de mi vida. Este triunfo se lo dedico a mis padres por guiarme en cada paso que di, han sido pilares fundamentales, y su apoyo incondicional en esta etapa, dándome consejos y ánimo que me alentaron para culminar esta época universitaria

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por todas sus bendiciones, por guiarme en este camino, por darme fuerzas para seguir adelante, también les agradezco a mis padres en especial a mi padre por el gran apoyo que me ha brindado en cada momento, por sus consejos que me ha dado, para sí poder cumplir esta meta.

Un agradecimiento especial a los docentes de la Universidad Agraria del Ecuador, quienes nos han transmitido sus conocimientos para ser grandes profesionales, a mis amigos, compañeros de curso, por todos sus consejos compartidos, especialmente a mi tutor Ing. Miguel Ángel Moreno, M. Sc., por haberme guiado en este proceso de tesis. De la misma forma deseo agradecer a mis amigos Bonifaz y Baque, por siempre estar conmigo, motivándome, reído, llorado y le damos gracias a Dios porque él nos guió en este camino tan difícil pero no imposible

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, YEPEZ CHANCAY LUIS FERNANDO, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “Efecto de la fritura en la vida útil de un *snack* enriquecido con harina de alverja (*Pisum sativum*)” para optar el título de Ingeniero Agroindustrial, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, junio 19 del 2024

---

YEPEZ CHANCAY LUIS FERNANDO

**C.I. 0952069185**

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>15</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Planteamiento del problema. ....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Formulación del problema. ....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>21</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>22</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>26</b>

2.2.1. Alverja.....	26
2.2.1.1. <i>Harina de alverja</i> .....	29
2.2.2. Snacks.....	30
2.2.3. Fritura.....	30
2.2.4. Oxidación.....	34
2.2.5. Polimerización.....	35
2.2.6. Rancidez.....	36
2.3 Marco legal.....	37
3. Materiales y métodos.....	40
3.1 Enfoque de la investigación.....	40
3.1.1. Tipo de investigación.....	40
3.1.2. Diseño de investigación.....	40
3.2 Metodología.....	40
3.2.1. Variables.....	40
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	40
3.2.1.2. <i>Variable dependiente</i> .....	40
3.2.2. Tratamientos.....	41
3.2.3. Diseño experimental.....	41
3.2.4. Recolección de datos.....	42
3.2.4.1. <i>Recursos</i> .....	42
3.2.4.1.1. <i>Recursos bibliográficos</i> .....	42
3.2.4.1.2. <i>Recursos institucionales</i> .....	42
3.2.4.1.3. <i>Recursos materiales</i> .....	42
3.2.4.1.4 <i>Equipos y utensilios de proceso</i> .....	43
3.2.4.1.5 <i>Materiales y equipos para los análisis</i> .....	43

<b>3.2.4.2. Métodos y técnicas.</b> .....	<b>44</b>
3.2.4.2.1. Descripción del diagrama de flujo. ....	45
3.2.4.2.2. Análisis Sensorial. ....	46
3.2.4.2.3. Determinación de la vida útil. ....	47
3.2.4.2.4. Índice de peróxidos. ....	48
3.2.4.2.5. Procedimiento de índice de peróxido. ....	49
3.2.4.2.6. Prueba de hipótesis.....	50
3.2.4.2.7. Prueba de vida útil.....	50
<b>3.2.5. Análisis estadístico.....</b>	<b>50</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1 Formulación de los ocho tratamientos con sustitución parcial de harina de alverja (HA) (10%, 20%, 30%, 40%) vinculando el efecto de dos tipos de grasas vegetales (palma y girasol), temperatura (170-180 °C) y tiempo de fritura (10-15 min) en las características sensoriales del <i>snack</i> tipo almohada mediante un análisis sensorial .....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Determinación de la vida útil del <i>snack</i> tipo almohada enriquecido con harina de alverja en base al índice de rancidez a los tratamientos planteados en un periodo de 7, 14, 21 días. ....</b>	<b>53</b>
<b>4.3 Comparación del valor nutritivo en proteína del <i>snack</i> tipo almohada enriquecido con harina de mejor perfil sensorial y vida útil frente a uno tradicional. ....</b>	<b>57</b>
<b>5. Discusión .....</b>	<b>59</b>
<b>6. Conclusiones.....</b>	<b>63</b>
<b>7. Recomendaciones.....</b>	<b>65</b>
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>66</b>

<b>9. Anexo .....</b>	<b>75</b>
<b>9.1 Anexo 1. Elaboración del snack enriquecido con harina de alverja y panel sensorial.....</b>	<b>75</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Información nutricional de alverja .....	28
Tabla 2. Propiedades y aspectos nutricionales .....	29
Tabla 3. Descripción de las formulaciones de los tratamientos.....	41
Tabla 4. Descripción del diseño experimental a utilizarse .....	42
Tabla 5. Análisis de varianza factorial .....	50
Tabla 6. Análisis estadístico de la evaluación sensorial .....	52
Tabla 7. Índice de Peróxido por el método AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización.....	54
Tabla 8. Comparación contenido de proteína .....	57

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de <i>snack</i> frito. ....	44
Figura 2. Análisis estadístico vida útil, tratamientos de aceite de girasol .....	56
Figura 3. Análisis estadístico vida útil, tratamientos de aceite de girasol .....	57
Figura 4. Pesaje ingredientes.....	75
Figura 5. Pesaje ingredientes.....	75
Figura 6. Pesaje ingredientes.....	75
Figura 7. Pesaje de ingredientes.....	75
Figura 8. Fritura de snacks.....	76
Figura 9. Aceites utilizados para fritura .....	76
Figura 10. Snacks fritos.....	76
Figura 11. Temperatura de fritura.....	76
Figura 12. Muestras de snacks fritos.....	76
Figura 13. Panelistas durante análisis sensorial .....	76
Figura 14. Panelistas durante análisis sensorial .....	77
Figura 15. Análisis sensorial por panelistas .....	77
Figura 16. Panel sensorial.....	77
Figura 17. Muestras para análisis sensorial .....	77
Figura 18. Ficha para panel sensorial .....	78
Figura 19. Aceite y grasas de origen animal y vegetal .....	77
Figura 20. Aceite de girasol NTA INEN 26, 2012 .....	78
Figura 21. Grasa y aceite combustible ensayo de rancidez INEN 0045, 2012.....	77
Figura 22. Grasa y aceite combustible determinación de la densidad relativa INEN 0035, 1973 .....	78

Figura 23. Rotulado de producto alimenticio para el consumo humano parte 2 INEN 1334-2, 2011 .....	80
Figura 24. Análisis estadístico para evaluación parámetro de temperatura, aceite y tiempo .....	81
Figura 25. Análisis estadístico vida útil .....	82

## Resumen

Este estudio, enfocado en explorar el impacto de la fritura en la vida útil de un snack enriquecido con harina de alverja (*Pisum sativum*), se orientó hacia la formulación y evaluación de ocho tratamientos. Se otorgó especial relevancia a el tiempo, tipo de aceite y temperatura de fritura con el propósito de comprender su influencia directa en la calidad y aceptación del producto final. La evaluación se realizó mediante panel sensorial por 100 panelistas no entrenados. Adicionalmente, se examinó la vida útil del snack midiendo el índice de peróxido en los aceites empleados (palma y girasol). El análisis nutricional, específicamente, el contenido de proteínas se realizó comparando los tratamientos destacados con el snack tradicional. Los resultados revelaron que el tratamiento con 30 % de harina de arveja, frito durante 15 minutos a 170 °C, fue el más apreciado por los panelistas. No obstante, el análisis del índice de peróxido indicó que T2 exhibió mejor vida útil después de los 21 días evaluados, con un índice de 1.71 meq O<sub>2</sub>/ Kg, destacándose frente a los demás tratamientos. Sin embargo, al considerar su valor nutricional, se observó que, T2 y T7 (mejor evaluados en vida útil y análisis sensorial respectivamente) poseen valores de 2.43 g y 3.46 g por cada 100 g, conteniendo menos proteína que un snack tradicional. Aunque T7 demostró ser el más aceptado y T2 con la mejor vida útil según el índice de peróxido, ambos se encuentran por debajo del contenido proteico comparado con un snack tradicional.

**Palabras claves:** fritura, proteína, sensorial, snack, vida útil.

### **Abstract**

This study, focused on exploring the impact of frying on the shelf life of a snack enriched with pea flour (*Pisum sativum*), aimed to formulate and evaluate eight treatments. Special emphasis was placed on the frying time, type of oil, and temperature to understand their direct influence on the quality and acceptance of the final product. The evaluation was conducted through a sensory panel with 100 untrained panelists. Additionally, the shelf life of the snack was examined by measuring the peroxide index in the oils used (palm and sunflower). The nutritional analysis, specifically the protein content, was performed by comparing the selected treatments with the traditional snack. The results revealed that the treatment with 30% pea flour, fried for 15 minutes at 170°C, was the most appreciated by the panelists. However, the peroxide index analysis indicated that T2 exhibited better shelf life after 21 days, with an index of 1.71 meq O<sub>2</sub>/Kg, standing out from the other treatments. Nevertheless, when considering its nutritional value, it was observed that both T2 and T7 (best evaluated in shelf life and sensory analysis, respectively) contain 2.43 g and 3.46 g per 100 g, offering less protein than a traditional snack. Although T7 was the most accepted and T2 had the best shelf life according to the peroxide index, both fall short of the protein content compared to a traditional snack.

**Keywords:** Frying, Protein, Sensory, Snack, Shelf life.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

Consumir lunch o *snack* es parte de la dieta del ser humano. Éstos por lo general están elaborados con aceite y sometidos al proceso de fritura. La fritura por inmersión profunda es conocida como la técnica de fritura más común y ampliamente utilizada en las industrias alimentarias. Implica un proceso simultáneo de transferencia de masa y calor, mediante el cual la humedad se evapora del alimento, mientras que el aceite se absorbe. Esta operación consiste en sumergir el alimento en aceites comestibles con la aplicación de calor por encima del punto de ebullición del agua, generando así los atributos comunes en un producto frito. Los bocadillos fritos vienen en diferentes formas según la percepción del consumidor y la tendencia desarrollada a partir de una amplia variedad de materiales alimenticios que incluyen raíces, tubérculos, vegetales, carne, lácteos y granos (Muñoz Rojas, 2022).

Alvarado (2020) en su propuesta de un *snack* con harina de machica y frutos rojos, plantea que sea un medio para combatir la desnutrición en zonas vulnerables del sector Monte Sinaí del cantón Guayaquil, para esto, incluyó en su formulación a la machica como ingrediente principal. El enfoque metodológico se centró en mejorar el estado nutricional de los niños en etapa escolar (5-10 años), encontró que administrando en los infantes porciones de 20 g aporta energía (497,40 cal/100 g), carbohidratos (63,46 g/100g), y proteínas (6,40 g/100g), el mismo que ayuda a alcanzar su equilibrio nutricional, por lo que el producto es de gran beneficio para los niños en toda su etapa escolar y de crecimiento

En los últimos años, mundialmente se ha renovado el interés en el uso de la harina de alverja en productos con valor agregado. La harina de alverja es una

f fuente relativamente barata de proteínas y es fácil de producir siendo además un producto que no está muy explotado en el mercado. Intervenir en los refrigerios puede ser una forma de mejorar la calidad de la dieta y reducir el riesgo de enfermedades crónicas entre los adolescentes. Las investigaciones sugieren que el consumo de refrigerios ricos en carbohidratos y pobres en proteínas está asociado con una inadecuada calidad de la dieta que genera obesidad entre los adolescentes (Calvo, 2020).

Para Navarro et al. (2021) quienes determinaron en su estudio sobre el tiempo de fritura de churros tradicionales españoles, a través de parámetros como color, la humedad, el hidroximetilfurfural (HMF) y la acrilamida (AA), mediante la evaluación a 3 muestras que fueron fritas en aceite de girasol a temperaturas de laboratorio de 180, 190 y 200 °C y para tiempos de fritura de 2, 3, 5 y 7 min. También se obtuvieron churros recién hechos de productores locales con los cuales realizó una comparativa respecto de los parámetros citados. El HMF varió de  $1,2 \pm 0,02$  mg/kg a  $221,4 \pm 2,02$  mg/kg para experimentos a escala de laboratorio a 180 °C. Mientras que en muestras comerciales se registró un promedio de 74,3 a 87,5 mg/kg de HMF. Sin embargo, los niveles de HMF y AA casi se duplicaron al pasar de 190 °C a 200 °C, en los mismos tiempos de fritura, lo que indica que se requiere un control más preciso de las temperaturas de fritura para minimizar su formación.

El enranciamiento oxidativo se debe a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados con formación de peróxidos o hidro-peróxidos, que posteriormente se polimerizan y descomponen dando origen a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, entre ellos el aldehído epidrinal. Este proceso es acelerado en presencia de la luz, calor, humedad, otros ácidos grasos libres y ciertos catalizadores inorgánicos como las sales de hierro y

cobre. Las grasas que han experimentado oxidación son de sabor y olor desagradable y parecen ser ligeramente tóxicas para algunos individuos. El enranciamiento oxidativo, además destruye las vitaminas liposolubles, particularmente las vitaminas A y E (tocoferoles) (Segurondo, 2020)

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1. Planteamiento del problema.**

En los últimos años se ha logrado constatar que la fritura es una de las técnicas más antiguas de preparación de alimentos. La fritura se ha tornado en el pilar de la industria de *snack* debido a la alta velocidad de cocción y las deseables características de los productos, y es uno de los principales métodos de cocción en la industria de catering a gran escala y de comidas rápidas. Las propiedades que determinan la calidad total en un alimento frito son el contenido de humedad, el contenido de aceite, las propiedades texturales, estructurales y ópticas. La calidad de los productos obtenidos por fritura depende no sólo de las condiciones de fritura, sino también del tipo de aceite y del alimento. Los estudios cinéticos de los cambios de calidad durante la fritura predicen y mejoran la calidad final del producto.

Los cereales en general por historia son la fuente de alimentación más importante a nivel mundial representando un 17 %. Aun así, muchos de los países; sobre todo aquellos en desarrollo, se limitan a su comercialización para cubrir una demanda y por otra parte, desconocen sus propiedades. Los cereales por lo general están elaborados con harina de trigo siendo un alimento rico en hidratos de carbono, también contiene en menor medida proteínas, grasas, minerales y un considerable aporte de vitaminas, concretamente del tipo A, B-3 y B-9. Otra de las características particulares es su escaso aporte de agua, esta singularidad a diferencia de otros alimentos permite que se conserve con gran facilidad.

Algo relevante es que, en estos productos, la harina de trigo puede ser sustituida por otras tales como de frejol, machica, frutos rojos, entre otros que aportan especialmente grandes porcentajes de proteína y valor nutritivo (Ramirez , 2015). Otra harina con estas propiedades es la de alverja. La harina de alverja tiene un valor nutritivo alto gracias a la presencia de proteína, carbohidratos, vitaminas y fibra, por lo que se puede aprovechar todos los beneficios nutricionales que requiere el ser humano para llevar una vida saludable. La harina de alverja es una fuente proteica de relativo bajo costo y escasamente utilizada en la elaboración de productos de consumo masivo. También es una fuente relativamente fácil de producir y adquirir; sin embargo, no muy explotado en el mercado.

### **1.2.2. Formulación del problema.**

¿Cómo influye el tipo de aceite, temperatura y tiempo de fritura en la vida útil de un *snack* frito enriquecido con harina de alverja (*Pisum sativum*)?

### **1.3 Justificación de la investigación**

En la actualidad, la innovación en alimentos ha impulsado a la industria alimentaria a buscar y proponer alternativas para mejorar la nutrición humana. Los *snacks* son productos alimenticios populares caracterizados por varios sabores, formas y texturas crujientes. Los *snacks* inflados; uno de los alimentos listos para el consumo, son ampliamente consumidos en todo el mundo debido a su buen sabor, fácil digestión y absorción; además de su larga vida útil. Se han desarrollado varias tecnologías para la producción de bocadillos inflados hasta el momento. La fritura profunda es el método de inflado más tradicional, que otorga a los alimentos un atractivo color dorado junto con una textura y sabor característico.

La fritura profunda es un método de procesamiento térmico de alimentos que consiste básicamente en la cocción de los alimentos por inmersión en aceite o

grasa a alta temperatura (150-200 °C). La fritura se considera un proceso complejo de deshidratación de alimentos en el que contribuyen muchos factores, como la temperatura, el tiempo de calentamiento, el tipo de aceite, el tamaño y la naturaleza del producto alimenticio.

Las harinas de cereales son relativamente bajas en proteínas totales y deficitarias en lisina. El interés en el uso de la alverja en productos con valor agregado se debe a que posee un alto contenido de proteínas, hidratos de carbono complejos, fibra dietaria, minerales, vitaminas y compuestos antioxidantes. Por otro lado, las legumbres son deficientes en metionina, al contrario de los cereales. Al combinar harina de trigo con harina de alverja se logra complementar sus aminoácidos y además se obtiene un alimento más rico en fibras.

Además, en la alverja; como en otros vegetales, la lipoxigenasa debe inactivarse mediante un calentamiento, que puede ser de tipo escaldado, ya que de otra manera su actividad provoca la formación de muchos derivados carbonílicos que imparten aromas desagradables en el almacenamiento. La severidad del proceso de escaldado debe ser limitada a fin de mantener el color, la textura, el sabor y aroma genuino, así como la calidad nutricional. Las condiciones de inactivación de lipoxigenasa han sido ampliamente estudiadas, ya que esta enzima se ha propuesto como indicadora del tiempo de escaldado.

Este proyecto plantea estudiar la vida útil de un *snack* frito tipo almohada donde se analizará el efecto del tipo de aceite que se utilizará para la fritura del *snack* conociendo el tiempo de fritura para que no se sature en este; debido que un parámetro importante es la absorción de grasa; que puede ser un medio para el desarrollo de la rancidez oxidativa, que puede reducir la vida útil del producto, siendo un cofactor para la aceptabilidad del mismo; a su vez en la fritura se pierde

los nutrientes que pueden ser reemplazados con ingredientes funcionales como fuentes de proteínas. Al enriquecerlo con harina de alverja ayudará a que el *snack* eleve su contenido proteico para que así sea factible y recomendable para la población a la cual va dirigida.

#### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** El trabajo experimental se desarrolló en la planta piloto de la carrera Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias Dr. Jacobo Bucaram Ortiz, de la Universidad Agraria del Ecuador, Campus Dr. Jacobo Bucaram Ortiz - Guayaquil.
- **Tiempo:** La duración estimada del desarrollo del proyecto fue de 12 meses.
- **Población:** El estudio fue dirigido para la población en general, pero en especial para niños y jóvenes.

#### 1.5 Objetivo general

Determinar el efecto del tipo de aceite, tiempo y temperatura de fritura en la vida útil de un *snack* frito tipo almohada enriquecido en proteína con harina de alverja.

#### 1.6 Objetivos específicos

- Formular ocho tratamientos con sustitución parcial de harina de alverja (HA) (10%, 20%, 30%, 40%) vinculando el efecto de dos tipos de grasas vegetales (palma y girasol), temperatura (170-180 °C) y tiempo de fritura (10-15 min) en las características sensoriales del *snack* tipo almohada mediante un análisis sensorial.
- Determinar la vida útil del *snack* tipo almohada enriquecido con harina de alverja en base al índice de rancidez a los tratamientos planteados en un periodo de 7, 14, 21 días.

- Comparar el valor nutritivo en proteína del *snack* tipo almohada enriquecido con harina de mejor perfil sensorial y vida útil frente a uno tradicional.

### **1.7 Hipótesis**

El tipo de grasa, temperatura y tiempo de fritura determinará el tiempo de vida útil de un *snack* frito tipo almohada enriquecido en proteína con harina de alverja.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

En el trabajo variación de agua y aceite en *snacks* de mandioca durante la fritura realizada por Hase et al. (2021) los resultados mostraron que, aunque el volumen se mantuvo igual, los *snacks* perdieron peso durante el horneado; por otro lado, el rendimiento de aceite fue mayor a temperaturas de fritura más bajas y la retención de agua fue mayor a temperaturas de fritura más altas. Los *snacks* fritos en aceite de girasol (AG) y aceite de girasol alto oleico (AGAO) a 170 °C durante 180 segundos retuvieron la menor cantidad de agua y aceite; aunque el volumen sigue siendo el mismo, el *snack* pierde peso durante la fritura porque el peso de agua perdido no se reemplaza con el peso de aceite agregado; no obstante, al final del proceso, se retiene del 40% al 50% del peso original y disminuye a medida que aumenta la temperatura de tostado; en general, el contenido de humedad disminuye y el contenido de aceite aumenta.

De acuerdo con Marca (2023) cuyo objetivo de su estudio fue evaluar cómo se absorbían varios tipos de grasa y cómo eso afectaba las cualidades organolépticas de los "chips" elaborados con plátanos Hatton (*Musa paradisiaca*); sin embargo, el análisis de laboratorio de muestras de plátanos fritos en diferentes tipos de aceite (aceite de soja, aceite de castaña, manteca de cerdo y grasa vegetal) durante 1-3 minutos para determinar la cantidad de grasa absorbida durante esta operación, se encontró que la manteca de cerdo y la grasa vegetal absorbieron más del 30 % de la grasa.

Tito (2022) indica en su estudio, optimizar la elaboración y analizar la vida útil del *snack* de maíz (*Zea mays*) ecotipo Pachía, para la optimización se escogió el diseño de tipo experimental, Box-Behnken que establece 15 tratamientos, para la

vida útil en tiempo real del *snack*, donde se evaluó a dos niveles de envases que fueron la bolsa de polietileno de baja densidad (transparente) y bolsa metalizada (oscuro), cuyo resultado de los 15 tratamiento fue: grasa vegetal: 9,96 g/100 g, azúcar: 4,36 g/100 g y tiempo de fritura: 2,68 min, con aceptabilidad entre “me agrada bastante” y “me agrada mucho” con un valor de: 0,92; por consiguiente, la vida útil en el proceso de peroxidación describe curvas de ascenso y descenso que superan el límite permitido, la acidez de las muestras de *snacks* están por encima del nivel máximo permitido (0,30 %). En consecuencia, se toma como referencia de vida útil a nivel sensorial hasta los 15 días de elaborado.

Según Martínez, Acosta y Castellanos (2023) el objetivo del trabajo fue evaluar la fritura al vacío por inmersión de rodajas de plátano verde ( $4,9\pm 0,7$  °Brix) recubiertas con goma guar (1,4% p/v) en distintas condiciones de proceso bajo el análisis de superficie de respuesta utilizando como metodología el diseño central compuesto rotatable, considerando la presión (30-62 kPa), tiempo (180-360 seg) y temperatura (43-73 °C). El óptimo alcanzado para minimizar el contenido de aceite fue: presión de 73kPa, tiempo de 341 seg y temperatura de 43°C. Los resultados obtenidos como óptimo señalaron una aceptabilidad del 55% del producto obtenido, la fritura por inmersión al vacío afecta de manera significativa a los parámetros de calidad, en comparación con el *snack* sin recubrimiento, catalogándolo como “pasabocas reducidos en grasa” de acuerdo con la resolución 333 de 2011 del ministerio de protección social de Colombia (Ministerio de la protección social, 2011).

Tacanga (2022) muestra en su estudio en la vida útil de rodajas de manzana (*Pirus malus* L.) var. Pachacamac deshidratada envasada a 25 °C, para la estimación se utilizó el modelo de Heiss y Eichner cuyos valores de humedad de equilibrio obtenidos a partir de la isoterma de adsorción de las rodajas de manzana

fue determinada gravimétricamente, usando el método estático recomendado por el proyecto COST 90, usando 10 soluciones de ácido sulfúrico a diferentes concentraciones, obteniéndose ambientes con humedades relativas en el rango de 10 a 90 %, obteniendo una variabilidad de los datos experimentales; valores que variaron en el rango de 0.05 –0.17. Los datos experimentales se modelaron con la ecuación de GAB modelo ampliamente usado para modelar la isoterma de adsorción de alimentos. Se realizó un ANOVA de la regresión no lineal, el cual reportó que el contenido de humedad de la rodaja de manzana cuya monocapa fue 0.06 g agua / g m.s. y el tiempo de vida estimado para la manzana deshidratada envasada en bolsas de polipropileno de 50 micras fue de un rango de 5 meses a 25 °C.

De acuerdo con Huaman et al. (2021) indican que para determinar el efecto de tiempo y temperatura en la estabilidad de antocianinas y características sensoriales en hojuelas fritas a partir de papas de tres variedades (*Solanum spp*), considero las siguientes variables de proceso: 2, 3 y 4 minutos, 150, 160 y 170 °C y escala hedónica con 9 tratamientos (color, sabor y olor), de 15 panelistas; T4, T5 y T6 al color corresponden a *puka ambrosio* de 3 minutos y 160 °C, en cuanto a sabor los T4, T5 y T6, finalmente al olor los T4, T5 y T6 dieron mayor puntuación, con estos resultados podemos establecer que a 3 minutos y 160 °C, la variedad *puka ambrosio* son aceptables en hojuelas fritas; obtuvo 166.98 (mg cianidina 3-glucósido/100 g) de antocianinas, mientras que *peruanita* de 3 minutos y 160 °C obtuvo 9.77 (mg cianidina 3-glucosido /100g) de antocianinas y finalmente *leona* de 3 minutos y 160 °C obtuvo 16.91 (mg cianidina 3- glucosido /100g) de antocianinas.

Leppik, Lang, Kuhtinskaja y Rosenvald (2022) demuestran en su estudio denominado evaluación de idoneidad de varios indicadores de oxidación para el desarrollo de la metodología de pruebas aceleradas de vida útil (ASLT), donde se almacenaron papas fritas a base de aceite de girasol a 20, 30, 40 °C durante 90 días, donde las tasas de degradación de los ácidos grasos y desarrollo de la ranciedad percibida organolépticamente aumentaron a temperaturas de almacenamiento más altas a lo largo del experimento, siguiendo el comportamiento de Arrhenius, los cambios en la composición de ácidos grasos no brindan información sobre la calidad organoléptica, además, el aumento de la concentración de hexanal a mayor temperatura de almacenamiento no siguió una tendencia lineal debido a la formación de metilcetonas, se concluyó que la rancidez evaluada sensorialmente es el indicador de oxidación para monitorear la vida útil de las papas fritas.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Alverja.**

Caruajulca (2019) menciona que el origen de la alverja proviene de Asia Central, conocida como guisante, es una planta herbácea y trepadora de la familia de las leguminosas y uno de los primeros cultivos domesticados por el hombre, desde hace aproximadamente 11,750 años difundido a todas las regiones templadas y frías del mundo, incluyendo América, durante el periodo colonial, cuando los españoles trajeron este cultivo. Su cultivo se realiza bajo riego en la costa, generalmente en invierno, durante los meses de mayo a setiembre. En la sierra, habitualmente se produce en seco, hasta una altura de 3700 m.s.n.m., durante los meses de septiembre a enero.

Al igual que como todas las plantas leguminosas, las alverjas son una fuente importante de fibra e incluyen fibra soluble e insoluble y vitaminas del complejo B (tiamina, riboflavina, niacina y piridoxina) son abundantes en las alverjas, junto con el betacaroteno (un precursor de la vitamina A), la vitamina C y la vitamina K. Sus capacidades antioxidantes le permiten proteger la retina contra el envejecimiento y otras enfermedades como las cataratas, ayudan en la regulación del azúcar en la sangre y como resultado pueden usarse como suplemento en el tratamiento de diabéticos; además su contenido en fibra soluble le permite reducir la presión arterial que tiene el colesterol elevado (Ramirez , 2015).

La alverja es principalmente almidón (46 %) y una amplia gama de proteínas (13,7-30,7 %), su contenido de grasa es muy bajo, y la mayoría de las calorías provienen del almidón y las proteínas. Son buenas fuentes de proteínas, calorías, fibra, vitaminas y minerales como en la tabla 1, la proteína tiene un alto contenido de lisina, que es un aminoácido deficiente en los cereales, aunque la alverja es una fuente sustancial de lisina, son bajos en metionina y cisteína e incluyen fitoesteroles, que se cree que reducen los riesgos de cáncer y ayudan a reducir el colesterol LDL (Millar et al., 2019).

Otros compuestos presentes son el almidón resistente, que se considera parte de la fibra dietética ya que no se descompone al pasar por el tracto gastrointestinal; no obstante, tienen un índice glucémico bajo. El índice glucémico es una calificación entre 1 y 100 sobre cómo los alimentos afectan el azúcar en la sangre importante para las personas que pueden sufrir de diabetes y necesitan controlar su nivel de azúcar en la sangre niveles o individuos que están tratando de perder peso (Nasir, Zaidi, Tabassum y Asfaq 2022).

La distribución de lípidos en alverjas incluye fosfolípidos (52-61 %), triacilgliceroles (31-40 %) y cantidades menores de ésteres de esterilo (0,8-2,4 %), ácidos grasos libres (1-3 %), y diacilgliceroles (2-3%). Se informa que el contenido de proteína en los guisantes es aproximadamente 24 %, pero oscila entre 20 y 25 % (Chen et al., 2023).

**Tabla 1. Información nutricional de alverja**

Nutritivo	Unidad	Cantidad (100g)
Agua	gramo	8.62
Energía	kcal	352
Proteína	gramo	23.82
Lípidos totales	gramo	1.16
Fibra	gramo	25.5
Carbohidrato	gramo	63.74
Minerales		
Fósforo	miligramos	321
Potasio	miligramos	823
Sodio	miligramos	15
Zinc	miligramos	3.55
Cobre	miligramos	0.815
Magnesio	miligramos	1.22
Vitaminas		
Ácido ascórbico	miligramos	1.8
Tiamina	miligramos	0.726
Riboflavina	miligramos	0.215
Ácido pantoténico	miligramos	1.758
vitamina B-6	miligramos	0.174

Composición nutricional de la alverja.  
Wu et al, 2023

### 2.2.1.1. Harina de alverja.

La harina de alverja (*Pisum sativum* L.) es una fuente proteica de bajo costo y mínimamente usada en la elaboración de productos de consumo masivo. Las alverjas están dentro de las legumbres más poderosas en cuanto a contenido nutricional se refiere, la proteína de alta calidad, la fibra dietética natural y el almidón resistente en las alverjas es difícil de igualar. Actualmente, los productos derivados de las alverjas, como la harina de alverja en sus presentaciones más destacadas se encuentran cruda y tostada, concentrados de proteína, aislados de fibra y almidón de alverja, ha emergido como ingredientes funcionales que ofrecen una imagen atractiva para los consumidores; por lo tanto, alimentos que contienen el 30% de harina de alverja, tienen un gran sabor y un contenido nutricional en agua, proteína vegetal, grasa, ceniza, carbohidratos totales, energía, calcio, fósforo, hierro, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C (Millar et al., 2019).

**Tabla 2. Propiedades y aspectos nutricionales**

<b>Nutrientes</b>	<b>Valor por 100 g</b>
Agua	10,1 g
Proteína	21,6 g
Grasa	1,1 g
Ceniza	2,8 g
Carbohidratos totales	64,4 g
Energía	354 Kcal.
Calcio, Ca	102 mg
Fósforo, P	351 mg
Hierro, Fe	5,5 mg
Tiamina	0,2 mg
Riboflavina	0,25 mg
Niacina	4,1 mg
Vitamina C	1,5 mg

Composición nutricional de la harina de alverja  
Millar et al, 2019

La harina de alverja se adapta bien para hacer más nutritivos a productos de panificación y sopas comparada a la harina de trigo, la harina de alverja pre cocida es segura desde el punto de vista microbiológico. La harina de alverja es ideal porque tiene un alto contenido de proteínas, lo que puede ayudar con los problemas de funcionalidad o estructura que están siendo observadas como alternativas sin gluten. La harina de alverja es ideal porque tiene un alto contenido de proteínas, lo que puede ayudar con los problemas de funcionalidad o estructura (Ren, Setia, Warkentin y Ai, 2021).

### **2.2.2. Snacks.**

Los *snacks* son productos que se elaboran cambiando los almidones a su paso por la extrusora, donde se someten a control de temperatura, presión, cizallamiento mecánico y humedad. Los cambios en los almidones hacen que el producto crezca y adquiera nuevas características de palatabilidad, lo que lo hace muy atractivo para los consumidores a cualquier grupo etario (Odunlami et al., 2023).

### **2.2.3. Fritura.**

El proceso de fritura confiere al producto sabores y texturas únicos, cuando el aceite caliente entra en contacto con los alimentos, se produce un rápido proceso de transferencia de calor, lo que da como resultado burbujas de vapor de agua que se elevan hasta la superficie porque el aceite o la grasa está mucho más caliente que el punto en el que hierve el agua; a medida que pasa el tiempo, la cantidad de burbujas disminuye como resultado de la reducción de los humectantes superficiales; como resultado, la fritura es un proceso de deshidratación parcial que tiene lugar en la parte exterior del producto, que gradualmente se convierte en una corteza dura; el aceite penetra en las capas externas de los alimentos, donde es

retenido por una serie de mecanismos y luego se convierte en un componente del producto terminado (Chauhan, Khare, Lal y Bebartta, 2022).

Albertos, Rico y Martin (2020) indican que los productos fritos tienen una estructura distintiva a su exterior quemado, tiene una superficie que contribuye al impacto visual inicial, esta superficie presenta un color entre dorado y pardo como resultado de las reacciones de los azúcares de las proteínas provocadas por el calor o reacción de Maillard. El grado de oscurecimiento de los alimentos fritos depende menos de la composición del aceite usado en la fritura, tiempo, temperatura y la composición química del producto, los procesos que se llevan a cabo también producen los sabores deseados y dan como resultado una costra superficial como resultado de la deshidratación de los alimentos.

De acuerdo con Fang, Huang y Sung (2021), el calor reduce la cantidad de humedad en esta capa al 3 % o menos, y la humedad perdida durante el proceso es lo que hace que se produzca el vapor. Espacio vacío dejado por el agua que escapa. La cantidad de aceite absorbido por un alimento está muy influenciada por su contenido de humedad, porosidad y área de superficie expuesta al aceite de cocina. La cantidad está entre el 20 y el 40 % según el peso de la comida frita, la comida a temperaturas excesivamente bajas hace que la comida absorba más grasa en el cuerpo.

Los cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso de fritura tanto en el alimento como en el aceite estarán determinados por:

- Tipo, características y calidad del aceite utilizar.
- Tipo y características del alimento a freír.
- Condiciones del proceso de fritura:
  - Temperatura o Tiempo o Presencia de metales.

- Presencia de oxígeno o Presencia de luz.
- Presencia de antioxidantes
- Características de la freidora o Grado y velocidad de renovación del aceite en el transcurso del proceso (Ahmad et al., 2022).

La presencia de tensioactivos contribuye a la capacidad del aceite para transferir calorías de los alimentos al cuerpo. Los niveles de especies de tensioactivos en el aceite pueden resultar en una cantidad excesiva de contacto entre el aceite y el alimento, lo que resulta en un producto excesivamente acético, de color oscuro y mal cocido (Okon et al., 2022).

Los procesos enzimáticos se aceleran con los aumentos de temperatura, y dependiendo de la temperatura también se favorecen los procesos químicos, como resultado, las grasas o aceites calentados tienden a descomponerse con relativa rapidez, especialmente si contienen sustancias o restos que actúan como catalizadores o determinantes de los cambios si están presentes otras condiciones relacionadas con las condiciones de la freidora (Wichaphon, Judphol, Tochampa y Singanusong, 2023).

Entre los factores que favorecen las alteraciones del aceite durante el proceso de fritura se encuentran:

- Altas temperaturas.
- Exposición al oxígeno del aire.
- Mayor superficie de contacto aceite-aire.
- Presencia de agua desprendida por el alimento.
- Largo tiempo de proceso.
- Presencia de contaminantes metálicos.
- Acción de la luz.

- Presencia de partículas quemadas en el medio.
- Contaminación por especies químicas provenientes del alimento (Criado et al., 2021).

### **2.2.1. Hidrólisis.**

Yuan et al. (2022) mencionan que la hidrólisis es el factor que determina principalmente por la humedad del aceite cuando se calienta, refrigera o almacena, cuando son posibles temperaturas por debajo de los 100 °C, el agua no se evapora, debido a las altas temperaturas que caracterizan la fritura, la hidrólisis no tiene efecto durante este proceso, a su vez está presente una pequeña cantidad de agua de los alimentos, pero se elimina en forma de vapor debido a las altas temperaturas del proceso .

Valenzuela et al. (2020) indican que la hidrólisis del aceite conduce al desarrollo de un contenido de ácidos grasos libres que aumenta al volver a freír el aceite; si un aceite tiene un contenido de ácidos grasos libres superior al límite permisible, entonces el aceite se vuelve inadecuado para su uso, ya que los ácidos grasos libres son insolubles en agua y tienen tendencia a oxidarse al máximo

Liu, Zhou y Qian (2022) comentan que en la hidrólisis hay un incremento de ácidos grasos libres por lo que se favorece la autooxidación del aceite; además ocurre formación de metilcetonas y lactonas en cantidades reducidas y ocurre disminución del punto de humo del aceite. El mono y diglicéridos consecuencia de la propia hidrólisis son emulsionantes y por tanto promueven el proceso. El aceite pirolizado puede dar lugar a la formación de acroleína, una sustancia muy irritante que puede hacer que el entorno de trabajo sea bastante incómodo, que se obtiene a partir de la glicerina producida por la hidrólisis de los acilglicéridos

#### **2.2.4. Oxidación.**

Romano et al. (2021) mencionan que la oxidación es una formación de hidroperóxidos, y otras reacciones dan como resultado la aparición de hidrocarburos, lactonas, alcoholes, compuestos a base de carbono, ácidos, epoxis, entre otras; algunas de estas sustancias que provocan alteraciones sensoriales, cambios de olor y sabor que se conocen como enranciamiento, así como oscurecimiento del producto y repercusión en su palatabilidad, creía que la presencia de ácidos orgánicos de cadena corta como fórmico, acético y propiónico es lo que le da a la comida su sabor ácido. Los componentes del aceite y los alimentos, así como las condiciones del proceso, determinarán los productos finales de la oxidación.

En el proceso de fritura se dan todas las condiciones para que el aceite se oxide, los factores que favorecen la oxidación, se encuentran las altas temperaturas, la presencia de oxígeno en el aire, cantidades significativas de ácidos grasos insaturados (como el oleico, linoleico y linolénico), la presencia de luz y la presencia potencial de metales aportados por el equipo que se utiliza (Grootveld, 2022).

La oxidación de lípidos generalmente es catalizada por luz, calor, enzimas o metales, lo que resulta en autooxidación, fotooxidación y oxidación enzimática. La autooxidación es el principal mecanismo que tiene lugar como resultado de las reacciones entre los radicales libres lipídicos y el oxígeno; este proceso ocurre en tres etapas: iniciación, propagación y terminación. Las moléculas de lípidos insaturados pierden el átomo de hidrógeno y producen radicales libres en el paso de iniciación (Bekele et al., 2020).

El proceso pasa a la etapa de propagación donde los radicales libres lipídicos reaccionan con el oxígeno atmosférico, generando radicales peroxilo, estos

reaccionan con nuevos ácidos grasos insaturados para formar productos primarios de oxidación, hidroperóxidos y nuevos radicales lipídicos, continuando la reacción en cadena. Los hidroperóxidos, que son los primeros intermediarios de la oxidación de lípidos y no tienen actividad de olor o sabor, se descomponen en productos de oxidación secundarios percibidos organolépticamente, como aldehídos, cetonas y alcoholes (Cortez Netto et al., 2020).

#### **2.2.5. Polimerización.**

He et al. (2021) acotan que la formación de monómeros y dímeros, muchos de los cuales son tóxicos y también oscurecen el aceite. Acelerado por la presencia de contaminantes ya que favorecen la formación de espuma, viscosidad y un mayor arrastre de aceite están presentes en el producto frito; debido que es una capa difícil de quitar de partículas adheridas a las paredes de la cámara de freno e incluso a la superficie del aceite, existen contaminantes ambos de origen oxidativo como contaminantes de origen oxidativo y térmico.

Gasparre y Rosell (2021) mencionan que la polimerización del aceite en el proceso de la fritura conduce a la descomposición del aceite con la generación de productos como dímeros y polímeros no polares, monómeros cíclicos, isómeros trans e isómeros de posición. Los polímeros son compuestos acíclicos o cíclicos según los tipos de ácidos grasos que forman un aceite; estos se forman cuando los ácidos grasos como el ácido oleico están presentes en el aceite; además, los aceites ricos en ácido linoleico se polimerizan más fácilmente que el ácido oleico

El aumento de la polimerización al volver a freír, aumenta la polimerización del aceite, lo que acelera la degradación del aceite, lo que aumenta la viscosidad del aceite, reduce la transferencia de calor, produce espuma durante la fritura y

desarrolla un color indeseable en los alimentos. Los polímeros también causan una alta absorción de aceite en los alimentos (Hidayati, Siagian y Sudaryati, 2020).

La generación de compuestos tóxicos al volver a freír, se forma ciertos compuestos cíclicos a partir del ácido linoleico como 1,4- dioxano, benceno, tolueno y hexilbenceno que no contribuyen al sabor deseable y son tóxicos por naturaleza. Volver a freír también aumenta la formación de ácidos grasos trans (dependiendo del aceite utilizado). Estos ácidos grasos trans provocan el riesgo de enfermedades cardiovasculares. El “punto de humo” es el punto en el que los aceites comienzan a descomponerse y pueden tener mal olor o sabor; por lo tanto, los aceites que tienen un alto punto de humo son menos susceptibles de romperse durante la fritura o el refrito (Dilrukshi, Torrico, Brennan y Brennan, 2022).

#### **2.2.6. Rancidez.**

El proceso químico detrás del desarrollo de la rancidez se conoce como oxidación de lípidos que provoca la formación de olores y sabores desagradables, pérdida de vitaminas, alteración del color, degradación de proteínas e incluso la producción de sustancias tóxicas.

El aumento de la rancidez de los ácidos grasos libres y sus compuestos oxidados producen ranciedad (sabores desagradables) y hacen que el aceite sea menos aceptable para volver a freír. La ranciedad conduce a la pérdida de frescura en los alimentos, afecta la vida útil de los alimentos y agrega sabores y olores objetables. El aumento de la rancidez debido a que se vuelve a freír el aceite produce ciertos compuestos tóxicos como la acrilamida, que es un probable carcinógeno humano.

La rancidez oxidativa es causada por una reacción de oxidación entre los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados y el oxígeno, durante esta reacción se forma una gama de componentes muy reactivos como los hidroperóxidos. Estos

continúan reaccionando en otras reacciones químicas, lo que da como resultado la formación de diversas moléculas de sabor y olor, como cetonas, aldehídos volátiles y ácidos grasos más pequeños.

Chen et al. (2023) indican que la rancidez hidrolítica, tanto el agua como los triglicéridos deben estar presentes, cuyas temperaturas más altas y la presencia de los tipos correctos de enzimas, lipasas, catalizan la reacción. Las enzimas no tienen que estar presentes naturalmente, en algunos casos, los microorganismos pueden producir enzimas que luego catalizan la reacción de hidrólisis.

### **2.2.2. Tiempo de Vida Útil del producto.**

Bhakha, Ramasawmy, Toorabally y Neetoo (2019) indican que el desarrollo de la rancidez en los aceites y otros productos que contienen grasas depende de una serie de variables, en particular la temperatura y el empaque del producto, ya sea que contenga antioxidantes o gases inertes como el nitrógeno. La ganancia de humedad de los propios alimentos acelera rancidez, sin la debida atención a estos factores, la tasa de deterioro aumenta, acortando la vida útil del producto.

## **2.3 Marco legal**

Las grasas de origen vegetal deben estar desprovistas de olores y sabores no característicos y libres de rancidez, su color debe ser uniforme. Por otro lado, la mezcla de aceites vegetales comestible, para consumo directo debe tener un aspecto límpido a temperatura de comercialización. La mezcla de aceites comestibles debe estar libre de materiales extraños, de sustancias empleadas en su extracción y refinación. La mezcla de aceites comestibles debe estar libre de olores y sabores no característicos y libres de rancidez. En la elaboración de aceites vegetales comestibles se podrán utilizar los saborizantes establecidos en

la reglamentación que para el efecto expida el Ministerio de Salud y Protección Social (INEN-ISO 6885, 2012).

Los aceites y grasas comestibles son productos alimenticios constituidos básicamente por glicéridos de ácidos grasos principalmente triglicéridos, los cuales son de origen vegetal, animal y/o sus mezclas. Pueden contener pequeñas cantidades de otros lípidos, tales como fosfátidos de constituyentes insaponificables y de ácidos grasos libres naturalmente presentes en las grasas o aceites. La mezcla de aceites vegetales comestibles está constituida por dos o más aceites comestibles puros, obtenidos de diferentes especies vegetales (INEN, 2012).

Como se establece en la normativa NTE INEN 0045 sobre grasas y aceites comestibles ensayo de rancidez, esta norma tiene por objeto establecer un método (Reacción de Kreis) para detectar la rancidez incipiente en las grasas y aceites vegetales o animales. A su vez, se determina que la rancidez es el deterioro que puede ocurrir en las grasas y aceites comestibles, por efecto de transformaciones químicas o enzimáticas de carácter oxidativo. Por consiguiente, el método para determinar rancidez se basa en la coloración roja que, en presencia de floroglucinol, forman ciertos derivados aldehídicos presentes en las grasas y aceites rancios o en estado incipiente de rancidez (INEN, 1973).

La rancidez se determina como la composición de los aceites y grasas por alguno de los siguientes mecanismos: activación de radicales libres y oxidación e hidrólisis por presencia de agua o por medio de microorganismos. Por otro parte, el índice de peróxido es la cantidad expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa de peróxidos y que indica el grado de oxidación que tiene el producto (INEN, 1973). Para la elaboración del *snack* se establece los

requisitos mínimos que debe cumplir el rotulado nutricional de los alimentos procesados, cuyo efecto de añadir o agregar uno o varios nutrientes a un producto alimenticio para fines nutricionales y comprende el alimento natural, procesado o artificial al que se le ha agregado aminoácidos considerados esenciales, vitaminas, sales minerales, ácidos grasos indispensables u otras sustancias nutritivas, en forma pura o como componentes de algún otro ingrediente con el propósito de aumentar la proporción de los componentes propios, ya existentes en el alimento, o agregar valores ausentes en el alimento en su forma natural (INEN 1334-2, 2011).

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Enfoque de la investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación.

Este presente trabajo fue de tipo experimental con el nivel de conocimiento exploratorio, porque se procedió a elaborar un *snack* frito tipo almohada enriquecido con harina de alverja, al que se evaluó sensorialmente con la finalidad de realizarle el análisis de vida útil. A su vez documental porque se obtuvo la información de artículos científicos, revistas, ensayos, informes y libros de la biblioteca virtual de la Universidad Agraria del Ecuador.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Esta investigación fue de carácter experimental, ya que se elaboraron ocho tratamientos con diferentes concentraciones de harina de alverja y de trigo, donde se evaluó el análisis sensorial con 100 jueces no entrenados, para determinar el tratamiento con mayor aceptación y se efectuó el análisis de vida útil determinando el índice de rancidez. Terminando con una comparación del contenido de proteína entre el *snack* propuesto y un *snack* tradicional.

#### 3.2 Metodología

##### 3.2.1. Variables.

###### 3.2.1.1. Variable independiente.

- Tipo de aceite (palma y girasol)
- Tiempo de cocción (10-15min)
- Temperatura de fritura (170-180 °C)

###### 3.2.1.2. Variable dependiente.

- Hedónica de preferencia
- Índice de peróxido

- Proteína

### 3.2.2. Tratamientos.

Se formuló ocho tratamientos para la elaboración del *snack* frito tipo almohada, con diferentes concentraciones de harina de alverja y trigo como se muestra en la tabla 3. Para evaluar los parámetros organolépticos del *snack* frito fue con tres réplicas, y de esta manera se determinó el mejor tratamiento. La formulación de la tabla 3 no incluye, los tipos de aceite (palma y girasol), puesto que esto se muestra en la tabla 4, por cada tratamiento.

**Tabla 3. Descripción de las formulaciones de los tratamientos**

Ingredientes	T0		T1, T5 (10%)		T2, T6 (20%)		T3, T7 (30%)		T4, T8 (40%)	
	kg	%								
Harina de trigo	4,5	25,43	4,05	22,89	3,59	20,34	3,15	17,8	2,71	15,26
Harina de alverja	0	0	0,45	2,54	0,9	5,09	1,35	7,63	1,8	10,17
Azúcar	1	5,65	1	5,65	1	5,65	1	5,65	1	5,65
Sal	0,036	0,2	0,036	0,2	0,036	0,2	0,036	0,2	0,036	0,2
Agua	0,007	0,04	0,007	0,04	0,007	0,04	0,007	0,04	0,007	0,04
Mantequilla	0,152	0,86	0,152	0,86	0,152	0,86	0,152	0,86	0,152	0,86
Amarillo huevo	12	67,82	12	67,82	12	67,82	12	67,82	12	67,82
<b>Total</b>	<b>17,695Kg</b>	<b>100%</b>	<b>17,695Kg</b>	<b>100%</b>	<b>17,685Kg</b>	<b>100%</b>	<b>17,695Kg</b>	<b>100%</b>	<b>17,695Kg</b>	<b>100%</b>

Presentación de los tratamientos utilizarse.

Yepez, 2023

### 3.2.3. Diseño experimental.

Para el presente trabajo de investigación se realizó un diseño con arreglo factorial 2x2x2, donde se evaluó el efecto de los tipos de aceite, el tiempo de fritura y temperatura en la rancidez, como se visualiza en la tabla 4, para luego proceder con el análisis sensorial de aceptabilidad y determinar la vida útil según el índice de peróxido.

**Tabla 4. Descripción del diseño experimental a utilizarse**

Tratamiento	Factor A	Factor B	Factor C
	Aceite	Tiempo	Temperatura
T1	Ac. Girasol	10 minutos	170°C
T2	Ac. Girasol	10 minutos	180°C
T3	Ac. Palma	10 minutos	170°C
T4	Ac. Palma	10 minutos	180°C
T5	Ac. Girasol	15 minutos	170°C
T6	Ac. Girasol	15 minutos	180°C
T7	Ac. Palma	15 minutos	170°C
T8	Ac. Palma	15 minutos	180°C

Presentación de la descripción de los tratamientos.  
Yepez, 2023

### **3.2.4. Recolección de datos.**

#### **3.2.4.1. Recursos.**

Los recursos que se emplearon para el presente proyecto investigativo se describen a continuación:

##### *3.2.4.1.1. Recursos bibliográficos.*

- Artículos científicos.
- Documentos de sitio web.
- Biblioteca virtual aportada por la Universidad Agraria del Ecuador.
- Artículos de revista.

##### *3.2.4.1.2. Recursos institucionales.*

- Universidad Agraria del Ecuador
- Planta piloto

##### *3.2.4.1.3. Recursos materiales.*

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo del trabajo experimental se describen a continuación:

- Harina de alverja

- Harina de trigo
- Sal
- Azúcar
- Aceite (palma y girasol)
- Amarillo huevo
- Mantequilla
- Agua potable

#### *3.3.4.1.4 Equipos y utensilios de proceso.*

- Balanza digital (3,5oz / 100g)
- Cuchara (acero inoxidable)
- Olla de acero inoxidable
- Funda plástica
- Cucharon de acero inoxidable
- Freidora industrial eléctrica (RF12S)
- Cocina industrial
- Paleta de madera
- Tamiz manual inox 350 mm especial sin asas

#### *3.3.4.1.5 Materiales y equipos para los análisis.*

##### ➤ **Análisis de índice de peróxido**

##### **Material y equipo**

- Balanza analítica aislada de 0,0001 gr
- Probeta de vidrio PYREX 10ml
- Matraz Erlenmeyer con cuello esmerilado de 25 ml
- Bureta de vidrio PYFEE 50 ml
- Cristalizador

- Tamiz manual inox 350 mm especial sin asas

### Reactivos

- Ácido acético glacial 100ml
- Cloroformo 100ml
- Yoduro de potasio 100 ml
- Almidón 10g/l
- Tiosulfato de sodio 100 ml a 0,01N

### 3.2.4.2. Métodos y técnicas.

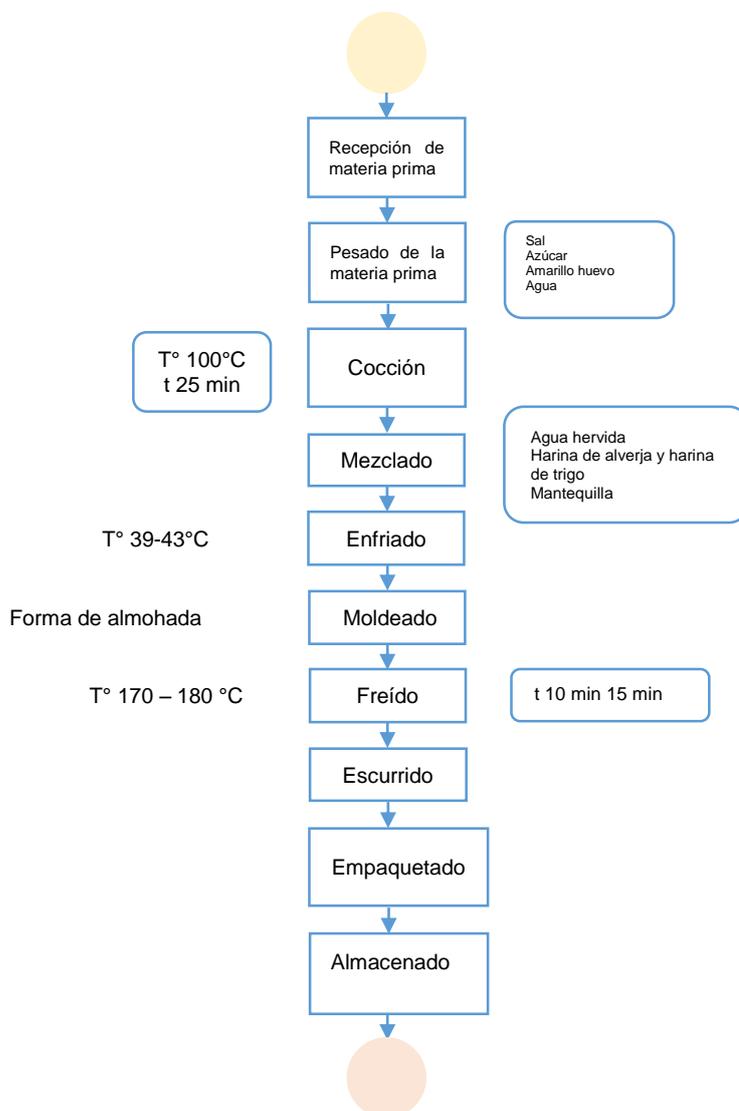


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de *snack* frito. Yopez, 2023

#### 3.2.4.2.1. Descripción del diagrama de flujo.

##### **Recepción de la materia prima**

Se recolectó todo lo necesario (agua, sal, azúcar, amarillo huevo, mantequilla, harina de alverja, harina de trigo) para la elaboración del *snack* frito tipo almohada.

##### **Pesado de la materia prima**

Se tomaron pesos de todos los ingredientes e insumos de acuerdo con los tratamientos en estudio.

Sal (17g)

Amarillo huevo (12g)

Azúcar (1/2 kg)

Agua potable (5 litros)

Mantequilla (500g)

Harina de trigo (1lb, 2lb, 3lb)

Harina de alverja (3lb, 2lb, 1lb)

Aceite de girasol y palma (3 litros)

##### **Cocción**

Luego se vertió agua, sal, azúcar y amarillo huevo en una olla de acero inoxidable con agua y se lleva a cocción a 100°C durante 25 minutos.

##### **Mezclado**

Se tomaron los ingredientes cocidos previamente y se mezcló la harina con la mantequilla.

##### **Enfriado**

El producto se dejó a temperatura ambiente por un tiempo de 20 min para enfriar.

**Moldeado**

En esta etapa se procedió en darle la forma de almohada con moldes de acero inoxidable. Cada muestra obtuvo 3 cm de largo x 1,5 cm de ancho. De esta masa cruda de 1 kg, saldrán 50 unidades de muestras.

**Freído**

Se ejecutó mediante el empleo de aceite vegetal (girasol/palma), se llevó a temperaturas de 190 y 200 °C por 10 y 15 minutos y así garantizar una cocción adecuada.

**Ecurrido**

Se manipuló mediante el uso de un tamiz para filtrar la grasa procedente de la fritura de la materia prima.

**Enfriado**

El producto se dejó a temperatura ambiente por un tiempo de 5 min para enfriar.

**Empaquetado**

El producto ya listo se depositó en bolsa de papel

**Almacenado**

Luego el producto terminado se llevó a una conservación asegurando la temperatura óptima de 24 °C para que no afecte a la absorción de humedad que puede provocar la rancidez hidrolítica del producto.

**3.2.4.2.2. Análisis Sensorial.**

Se efectuó esta muestra de acuerdo con la escala hedónica, evaluando los atributos cuánto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizó escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me

disgusta", hasta "me disgusta muchísimo". Los panelistas indicaron el grado en que les agrado cada muestra, don escogieron la categoría apropiada. Para el ensayo organoléptico se contó con un panel formado por 100 panelistas no entrenados.

Esta prueba determino la formulación de mayor aceptabilidad. Para posteriormente someter las muestras al análisis de vida útil. Se tomó en cuenta los requisitos al momento de efectuarse la prueba. Los panelistas cumplieron con los siguientes requisitos:

- Individualidad e imparcialidad.
- Beber agua después de probar cada muestra.
- No haber consumido previamente bebidas alcohólicas.

#### *3.2.4.2.3. Determinación de la vida útil.*

El enranciamiento hidrolítico consiste en la hidrólisis de los triglicéridos que integran una grasa o un aceite descomponiéndose en ácidos grasos y glicerina. Estas reacciones se deben a la acción de enzimas lipolíticas (lipasas) presentes en el producto o producidas por ciertos microorganismos.

El enranciamiento oxidativo se debe a la oxidación de los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados con formación de peróxidos o hidro-peróxidos, que posteriormente se polimerizan y descomponen dando origen a la formación de aldehídos, cetonas y ácidos de menor peso molecular, entre ellos el aldehído epidrinal. Este proceso es acelerado en presencia de la luz, calor, humedad, otros ácidos grasos libres y ciertos catalizadores inorgánicos como las sales de hierro y cobre. Las grasas que han experimentado oxidación son de sabor y olor desagradable y parecen ser ligeramente tóxicas para algunos individuos. El enranciamiento oxidativo, además destruye las vitaminas liposolubles, particularmente las vitaminas A y E (tocoferoles).

El índice de peróxido es la cantidad (expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kg de grasa) de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico, evaluando el yodo liberado a partir del yoduro de potasio por el efecto oxidante de los peróxidos. El yodo liberado se titula con tiosulfato de sodio estandarizado. Los valores obtenidos deben ser analizados cuidadosamente, porque si el proceso de rancidez se encuentra muy avanzado, es posible que no se detecte la presencia de peróxido, debido a que los peróxidos cuando se encuentran en etapas de oxidación avanzada tienden a disminuir, lo que produce resultados erróneos. Este método sirve para evaluar estados de rancidez iniciales y medianamente avanzados. Si el valor es inferior a 5 mEq/kg, el aceite es seguro, si el valor está entre 5 y 10, el aceite es utilizable y no conservable, y si el valor es superior a 10, el aceite es inservible y rancio.

#### *3.2.4.2.4. Índice de peróxidos.*

Se define como la cantidad de peróxido de oxígeno generado por 1 kilogramo de grasa o aceite expresado en miliequivalentes o milimoles por kilogramo. Los peróxidos son los compuestos intermedios, sintetizado durante la reacción de autooxidación, el valor de peróxido es por lo tanto una medida del grado de reacciones de oxidación (rancidez) en muestras de alimentos. La autooxidación es una reacción de radicales libres que implica oxígeno que conduce al deterioro de grasas y aceites, que es responsable del mal sabor y los malos olores. El índice de peróxido se calculó con respecto a la cantidad de tiosulfato estandarizado. Los valores obtenidos deben ser analizados cuidadosamente, porque si el proceso de rancidez se encuentra muy avanzado, es posible que no se detecte la presencia de peróxido, debido a que los peróxidos cuando se encuentran en etapas de oxidación

avanzada tienden a disminuir, lo que produce resultados erróneos. Este método sirvió para evaluar estados de rancidez iniciales y medianamente avanzados.

#### 3.2.4.2.5. Procedimiento de índice de peróxido.

- Se pesó aproximadamente 0.5 g de muestra.
- Transferir a un matraz Erlenmeyer de boca esmerilada.
- Solubilizar con la ayuda de una solución ácido acético glacial- cloroformo en una relación 18-12.
- Añadir sobre la solución 0.5 ml de una solución saturada de yoduro de potasio.
- Adicionó 30ml de agua destilada
- Aparte en una bureta cargar la solución de tiosulfato de sodio.
- Titular con el tiosulfato añadiéndolo gradualmente con agitación constante y vigorosa.
- Continuar con la titulación hasta casi la desaparición del color amarillo.
- Añadir aproximadamente 0.5 ml del indicador almidón
- Continuar la titulación agitando vigorosamente cerca del punto final, el cual se alcanza cuando desaparece el color azul
- Se debe correr un blanco de reactivos en cada serie de determinaciones.
- La titulación blanca no debe ser mayor a 0.1 ml de la solución 0.01 N de tiosulfato.

Ver Ec. 1

$$\text{Índice de peróxido} = \frac{2(a-b)}{W} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

a = valor de ácido con muestra; mEq.

b = valor de ácido sin muestra; mEq.

W= peso de aceite; kg.

### 3.2.4.2.6. Prueba de hipótesis

H0: Ningún tipo de grasa y temperatura de *snack* frito enriquecido con harina de alverja prolonga la vida útil al resto de tratamientos.

H1: Al menos un tratamiento de *snack* frito enriquecido con harina de alverja prolonga la vida útil es diferente sensorialmente al resto de combinaciones

### 3.2.4.2.7. Prueba de vida útil.

Se almacenó a 24°C con 75 % de humedad relativa promedio, el tiempo para cada prueba en condición de almacenamiento estuvo por 21 días, durante los cuales se tomaron muestras con un intervalo de cada 7 días, partiendo de la muestra 0 se tomó como punto de partida por duplicado a cada muestra dando a conocer el tiempo y la temperatura en la condición de almacenamiento.

### 3.2.5. Análisis estadístico.

En el análisis estadístico los datos fueron sometidos a las pruebas de basket, se utilizó Tukey, si no se cumple se utilizó la técnica de Friedman, la diferencia significativa fue de 5%. El programa que se utilizó fue Infostat versión estudiantil (Ver tabla 4).

**Tabla 5. Análisis de varianza factorial**

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)	Desarrollo	Grados de libertad (GL)
F.A (Aceite)	(A-1)	(2-1)	1
F.B (Tiempo)	(B-1)	(2-1)	1
F.C (Temperatura)	(C-1)	(2-1)	1
A*B	(A-1)(B-1)	(2-1)(2-1)	1
A*C	(A-1)(C-1)	(2-1)(2-1)	1
B*C	(B-1)(C-1)	(2-1)(2-1)	1
A*B*C	(A-1)(B-1)(C-1)	(2-1)(2-1)(2-1)	1
Error	A*B*C*(r-1)	((2*2*2*(3-1))	16
Total	(A*B*C*r-1)	(2*2*2*3-1)	23

Yepez, 2024

## 4. Resultados

### 4.1 Formulación de los ocho tratamientos con sustitución parcial de harina de alverja (HA) (10%, 20%, 30%, 40%) vinculando el efecto de dos tipos de grasas vegetales (palma y girasol), temperatura (170-180 °C) y tiempo de fritura (10-15 min) en las características sensoriales del *snack* tipo almohada mediante un análisis sensorial

Para conocer el nivel de aceptación del *snack* enriquecido con harina de alverja (ver anexo 1, figura 3 – 10) se adoptó la implementación de ocho tratamientos con diferentes rangos de temperaturas y tiempo de fritura; a su vez, dos tipos de grasas vegetales (palma y girasol; para el T1 (10 % HA, 170°C, AG), T2 (20 % HA, 180°C, AG); T3 (30 % HA, 170°C, AP), T4 (40 % HA, 180°C, AP), no obstante, para el T5 (10 % HA, 170°C, AG), T6 (20 % HA, 180°C, AG); T7 (30 % HA, 170°C, AP) y finalmente el T8 (40 % HA, 180°C, AP) y el rango de tiempo para el T1 (10 min), T2 (10 min), T3 (10 min), T4 (10 min), T5 (15 min), T6 ( 15 min), T7 (15 min) y T8 (15 min); las cuales fueron consideradas como variables. Estas cantidades fueron empleadas para desarrollar los ocho tratamientos del *snack* frito a las cuales se realizaron la evaluación sensorial por 100 panelistas no entrenados (ver anexo 1, figura 12 – 18), quienes determinaron su nivel de aceptación, para este fin se utilizó una escala hedónica con diferentes puntuaciones.

A continuación, la tabla 6, describe el análisis estadístico de la evaluación sensorial realizado a los tratamientos propuestos en la investigación.

**Tabla 6. Análisis estadístico de la evaluación sensorial**

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
T7	5.32 <sup>a</sup>
T2	5.01 <sup>ab</sup>
T3	4.79 <sup>abc</sup>
T5	4.61 <sup>abcd</sup>
T8	4.39 <sup>abcd</sup>
T6	4.28 <sup>bcd</sup>
T1	3.88 <sup>cd</sup>
T4	3.72 <sup>d</sup>
p-valor	0.0000

T1 (Ac. Girasol, 10 min, 170°C), T2 (Ac. Girasol, 10 min, 180°C), T3 (Ac. Palma, 10 min, 170°C), T4 (Ac. Palma, 10 min, 180°C), T5 (Ac. Girasol, 15 min, 170°C), T6 (Ac. Girasol, 15 min, 180°C), T7 (Ac. Palma, 15 min, 170°C) y T8 (Ac. Palma, 15 min, 180°C).

Yepez, 2024

La Tabla 6 muestra los resultados del análisis estadístico de la evaluación sensorial, donde el tratamiento T7 fue el más aceptado con una media de 5.32 (a), seguido de T2 y T3 con medias de 5.01(ab) y 4.79(abc), respectivamente. Los tratamientos T5, T8 y T6 presentaron valores intermedios con medias de 4.61(abcd), 4.39(abcd) y 4.28(bcd), mientras que T1 y T4 obtuvieron las menores puntuaciones con 3.88(cd) y 3.72(d), respectivamente. El análisis estadístico reveló un valor p de 0.0000, lo que indica diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la aceptabilidad sensorial.

#### **4.2. Determinación de la vida útil del snack tipo almohada enriquecido con harina de alverja en base al índice de rancidez a los tratamientos planteados en un periodo de 7, 14, 21 días.**

Se encontró que los snacks fritos tipo almohada envasados en empaques herméticos sellados (anexo 1, figura 11) absorbieron humedad durante el período de almacenamiento de 21 días; cuya ganancia de humedad para las ocho muestras se correlacionó linealmente con el período de almacenamiento ( $R^2 > 0,92$ ). La absorción de humedad durante el almacenamiento conduce a la degradación de la calidad en términos de rancidez hidrolítica y atributos sensoriales como la textura que se pierde si se absorbe el exceso de humedad cuya absorción provoca que se empapen, lo que en última instancia conduce al rechazo del producto; debido a esto, para conocer el índice de peróxido durante 7, 14 y 21 días con una temperatura de 22.1°C y humedad relativa 75 %, concuerda con el análisis sensorial de los panelista no entrenados que es el tratamiento 2 (T2) con aceite de girasol cuya inducción de oxidación para las muestras almacenadas a 22.1°C a los 7 días fue de 1.63 mEq O<sub>2</sub>/kg al transcurrir los 14 días a 1.68 mEq O<sub>2</sub>/kg y finalmente a los 21 días fue de 1.78 mEq O<sub>2</sub>/kg no llegaron al final del período de inducción y por lo tanto no tuvo un rápido aumento de rancidez siendo inferior a 5 mEq O<sub>2</sub>/kg, por otra parte, el T3 con aceite de palma arrojó un valor a los 7 días de 7.14 mEq O<sub>2</sub>/kg; consiguiente a los 14 días: 7.52mEq O<sub>2</sub>/kg y a los 21 días: 7.59 mEq O<sub>2</sub>/kg obtuvo un rápido aumento de rancidez superior a los 7 mEq O<sub>2</sub>/kg; el T1 con aceite de girasol al día 21 mostró un aumento de rancidez de 6.00 mEq O<sub>2</sub>/kg; el T5 con aceite de girasol aumento progresivamente al día 21 con un 4.76 mEq O<sub>2</sub>/kg; el T8 con aceite de palma aumento con un rango  $\pm 0.05$  al día 21 de 4.09 mEq O<sub>2</sub>/kg; sin embargo, el T6 con aceite de girasol obtuvo al día 21 de 4.00

mEq O<sub>2</sub>/kg, por consiguiente, el T4 con aceite de palma y 2.85 mEq O<sub>2</sub>/kg y el T7 con aceite de palma y 2.21 mEq O<sub>2</sub>/kg a los 21 días siendo inferior a 5 mEq O<sub>2</sub>/kg

**Tabla 7. Índice de Peróxido por el método AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización**

Código Cliente	Parámetros	Método Referencia	Resultados	Unidad
Muestra T1 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 5.89 14 días: 5.95 21 días: 6.00	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T2 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 1.63 14 días: 1.68 21 días: 1.71	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T3 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 7.14 14 días: 7.52 21 días: 7.59	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T4 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 2.58 14 días: 2.60 21 días: 2.85	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T5 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 4.57 14 días: 4.62 21 días: 4.76	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T6 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 3.51 14 días: 3.59 21 días: 4.00	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T7 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 2.18 14 días: 1.98 21 días: 2.21	meq O <sub>2</sub> / Kg
Muestra T8 (7, 14 y 21 días)	Índice de Peróxido	AOAC 965.33 Volumetría de Neutralización	7 días: 3.97 14 días: 4.01 21 días: 4.09	meq O <sub>2</sub> / Kg

Resultados analíticos de 8 tratamientos a 7, 14 y 21 días.  
Yepez, 2024

La tabla 11 (ver anexo 2, figura 19) expone los resultados del análisis estadístico establecido entre los ocho tratamientos a lo largo de los días hasta el día 21. Esta tabla expone que existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, aquel con menor índice de peróxido es el T2 con un índice de 1.67 meq O<sub>2</sub>/ Kg siendo este el de mejor vida útil. Seguido de este tratamiento se encuentra T7 (2.12 meq O<sub>2</sub>/Kg), T4 (2.68 meq O<sub>2</sub>/Kg), T6 (3.70 meq O<sub>2</sub>/Kg), T8 (4.02 meq O<sub>2</sub>/Kg), T5 (4.65 meq O<sub>2</sub>/Kg), T1 (5.95 meq O<sub>2</sub>/Kg) y T3 (7.42 meq O<sub>2</sub>/ Kg). Los

demás tratamientos indican que poseen un mayor grado de oxidación al pasar de los días hasta el día 21 (día de último análisis).

**Tabla 11. Análisis estadístico de tratamientos día 21**

Tratamiento	Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> / Kg)
T3	7,42 <sup>a</sup>
T1	5,95 <sup>b</sup>
T5	4,65 <sup>c</sup>
T8	4,02 <sup>d</sup>
T6	3,70 <sup>e</sup>
T4	2,68 <sup>f</sup>
T7	2,12 <sup>g</sup>
T2	1,67 <sup>h</sup>

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes  $p > 0.05$ . Análisis estadístico de vida útil de los ocho tratamientos hasta el día 21. Yepez, 2024

En la tabla 11 (ver anexo 2, figura 19) se exponen los resultados del análisis estadístico de vida útil mediante test de Tukey, en donde se establece la relación de datos sobre la relación entre el tiempo de almacenamiento (expresado en días) y el Índice de peróxido de un producto. Los resultados muestran que, a lo largo de tres puntos de tiempo diferentes (21 días, 14 días y 7 días), los valores del Índice de peróxido fueron 4.15, 4.02 y 3.91, respectivamente.

**Tabla 12. Análisis estadístico de vida útil**

Días	Índice de peróxido (meq O <sub>2</sub> / Kg)
21	4.15 <sup>a</sup>
14	4.02 <sup>b</sup>
7	3.91 <sup>b</sup>

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes  $p > 0.05$ . Análisis estadístico de vida útil de los tratamientos a lo largo de los días 7, 14 y 21. Yepez, 2024

La figura 2, muestra la evolución de la oxidación de los tratamientos con aceite de girasol, medida en meq/O<sub>2</sub> kg, a lo largo de tres días de evaluación (días 7, 14 y 21) para los tratamientos T1, T2, T5 y T6. El tratamiento T1 comienza con 5.89 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 7 y sube ligeramente a 6 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 21. T2 presenta

los valores más bajos, con 1.63 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 7 y un aumento gradual a 1.71 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 21. T5 inicia en 3.51 meq/O<sub>2</sub> kg y finaliza en 4 meq/O<sub>2</sub> kg, mientras que T6 empieza en 4.57 meq/O<sub>2</sub> kg y alcanza 4.76 meq/O<sub>2</sub> kg al final. En todos los tratamientos se observa un incremento de la oxidación con el tiempo.

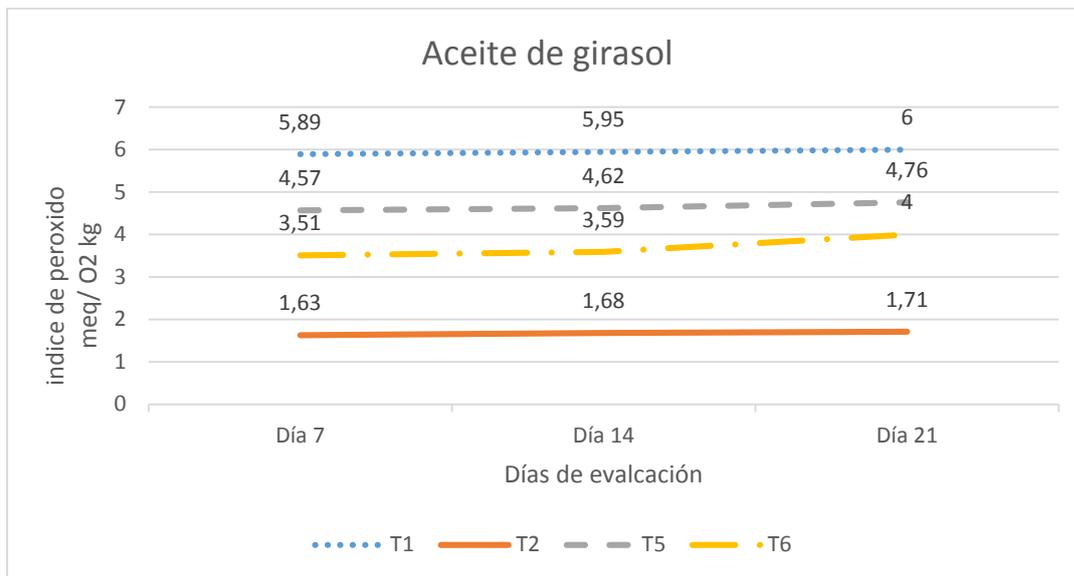


Figura 2. Análisis estadístico vida útil, tratamientos de aceite de girasol

Yepez, 2024

La figura 3, muestra la evolución de la oxidación de los tratamientos de aceite de palma, medida en meq/O<sub>2</sub> kg, a lo largo de los días 7, 14 y 21 para los tratamientos T3, T4, T7 y T8. El tratamiento T3 comienza con 7.14 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 7 y aumenta gradualmente hasta 7.59 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 21. T8 presenta un incremento leve, de 3.97 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 7 a 4.09 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 21. T4 inicia en 2.58 meq/O<sub>2</sub> kg y sube hasta 2.85 meq/O<sub>2</sub> kg. Por otro lado, T7 muestra los valores más bajos, comenzando en 2.18 meq/O<sub>2</sub> kg, disminuyendo a 1.98 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 14, y volviendo a subir a 2.21 meq/O<sub>2</sub> kg en el día 21. Todos los tratamientos presentan una tendencia general de aumento en la oxidación.

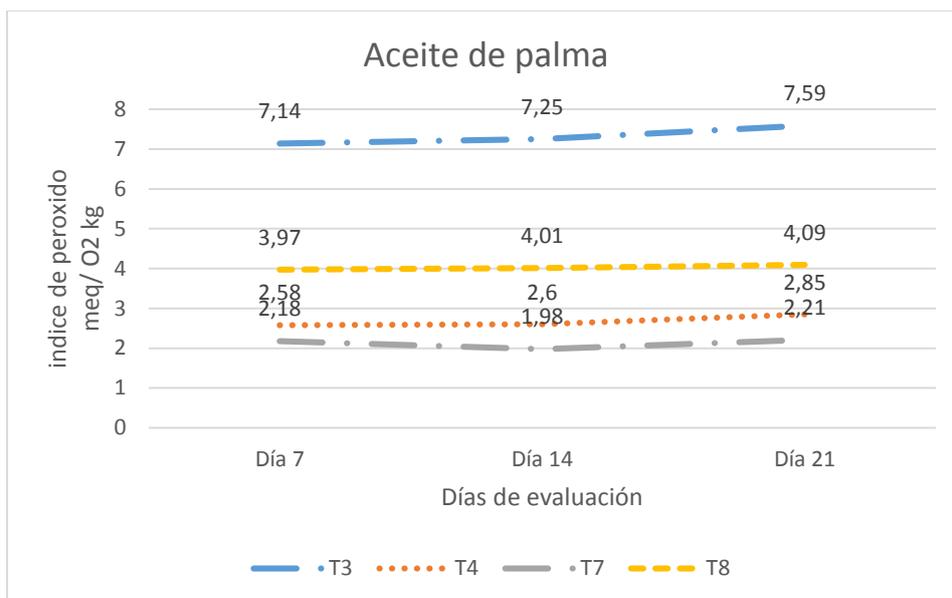


Figura 3. Análisis estadístico vida útil, tratamientos de aceite de girasol Yepez, 2024

#### 4.3 Comparación del valor nutritivo en proteína del *snack* tipo almohada enriquecido con harina de mejor perfil sensorial y vida útil frente a uno tradicional.

Se consideraron los resultados de los objetivos uno y dos de este proyecto para la comparación del valor nutritivo entre un *snack* tipo almohada enriquecido con harina de mejor perfil sensorial y vida útil y uno tradicional. Dichos objetivos revelaron que el tratamiento T2 destacó por su mejor perfil sensorial y vida útil, y fue seleccionado para la evaluación frente al *snack* tradicional. La evaluación se centró exclusivamente en el contenido de proteínas.

**Tabla 8. Comparación contenido de proteína**

	Snack tradicional	T2	T7
Proteína	4.3 g/ 100 g	2.5 g/100 g	3.43 g/100g

Contenido proteico del *snack* enriquecido con harina de alverja frente a una marca comercial – tradicional (marca x).

Yepez, 2024

La tabla 8 muestra los resultados de la comparación entre el *snack* tradicional, T2 (mejor vida útil), y T7 (mayormente aceptado sensorialmente). El contenido de proteínas en el *snack* tradicional es de 4.3 gramos por cada 100 gramos, mientras

que T2, enriquecido con harina de alverja al 10 %, presenta un menor contenido proteico, con 2.5 gramos por cada 100 gramos, mientras que, T7, también enriquecido, alcanzó un valor intermedio de 3.43 gramos de proteína por cada 100 gramos. Estas diferencias indican que tanto T2 como T7 tienen un contenido de proteínas inferior al snack tradicional, aunque T7 se acerca más a los valores deseados.

## 5. Discusión

La elaboración de un snack enriquecido con harina de alverja representa una estrategia nutricional significativa. Al incorporar esta fuente vegetal rica en proteínas, se logra no solo aumentar el contenido proteico del snack, sino también mejorar su perfil nutricional general al aportar fibra, vitaminas y minerales esenciales. Además, esta opción ofrece una alternativa adecuada para diversas dietas, incluyendo la vegetariana y vegana, al tiempo que satisface las necesidades de aquellos que buscan productos sin gluten. De modo que esta investigación se enfocó en realizar un snack enriquecido con harina de alverja realizando ocho tratamientos con diferentes contenidos de harina de alverja al 10 %, 20 %, 30 % y 40 %.

Esta investigación evaluó la influencia de parámetros como el tipo de aceite (girasol o palma), el tiempo empleado en fritura y la temperatura en el sabor del snack. Los resultados de este análisis se midieron por nivel de aceptación de 100 panelistas quienes calificaron los ocho tratamientos según su preferencia, los cuales revelaron que el tratamiento de mejor sabor fue T7 (snack enriquecido con harina de alverja al 30 %, freídos a 170 °C durante 15 minutos). Estos hallazgos son coherentes con la literatura existente sobre la variación de agua y aceite en snacks durante la fritura. En un estudio similar realizado por Hase et al. (2021) sobre snacks de mandioca, se observó que la retención de agua y aceite está influenciada por la temperatura de fritura. Es importante destacar que, aunque el volumen se mantuvo constante, la pérdida de peso durante la fritura se atribuyó a la evaporación del agua, y el contenido de aceite aumentó a temperaturas más bajas de fritura. Además, el estudio mencionó que el tipo de aceite también afecta la retención de agua y aceite, y los snacks fritos en aceite de palma retuvieron la

menor cantidad de ambos, lo cual puede relacionarse con los resultados obtenidos de esta investigación.

En relación con el contenido de grasa absorbida, los resultados del presente estudio pueden entenderse en el contexto de las investigaciones realizadas por Marca (2023) en chips de plátano fritos en diferentes tipos de aceite. Aunque la investigación de Marca se centró en plátanos Hatton y diferentes tipos de grasas, se puede observar una correlación en la absorción de grasa con el tipo de aceite utilizado. En este estudio, se menciona que la manteca de cerdo y la grasa vegetal absorbieron más del 30% de la grasa, lo cual podría explicar la menor retención de grasa en T7 que utilizó aceite de palma. Estos hallazgos resaltan la importancia de seleccionar cuidadosamente el tipo de aceite en la formulación de snacks enriquecidos, considerando no solo el sabor sino también la absorción de grasa durante el proceso de fritura.

Los resultados obtenidos al evaluar la vida útil mediante el índice de peróxido en 3 días específicos de los ocho tratamientos con diferentes contenidos de harina de alverja. El índice de peróxido, indicador de la oxidación, reveló que el tratamiento T2, frito con aceite de girasol a 180°C durante 10 minutos, presentó el menor índice de peróxido a lo largo de los 21 días, indicando una menor oxidación y mejor vida útil en comparación con otros tratamientos. Estos resultados en relación con la investigación de Tito (2022) quien realizó un estudio sobre la vida útil de snacks de maíz, utilizando diferentes envases y condiciones de fritura para optimizar la aceptabilidad del producto discrepan puesto que este autor indicó que las curvas de peroxidación superaron los límites permitidos, y la acidez de las muestras excedió el nivel máximo permitido después de 15 días de elaboración.

Los resultados expuestos en esta investigación son respaldados por los estudios de Martínez, Acosta y Castellanos (2023) y Tacanga (2022) quienes hicieron diferentes estudios en snacks fritos y deshidratados. Dichos autores explican que en el caso del tratamiento con mejores resultados (T2) que se destacó por su menor índice de peróxido este podría tener mayor estabilidad por los parámetros utilizados en temperatura, tiempo y tipo de aceite en comparación con la mayoría de snacks fritos con condiciones distintas. Además explican que es de suma importancia considerar el tipo de envasado que se le da al snack, puesto que un sellado hermético como el que se realizó en esta investigación influye en la absorción progresiva de humedad y calidad del producto.

En relación con otros estudios, los resultados de Huaman et al. (2021) sobre hojuelas fritas de papa sugieren que la duración y la temperatura del proceso de fritura impactan significativamente en las características sensoriales y la retención de proteínas. Esta información resalta la compleja relación entre el proceso de fritura y los componentes nutricionales, donde el T7, a pesar de tener un mejor perfil sensorial, puede haber experimentado pérdidas en proteínas durante la fritura, lo que indica que aún hay margen para ajustes en la formulación que permitan mejorar su contenido proteico sin comprometer sus características sensoriales.

Por otro lado, el trabajo de Leppik, Lang, Kuhlinskaja y Rosenvald (2022) sobre papas fritas almacenadas a diferentes temperaturas menciona que la degradación de lípidos y la rancidez pueden influir no solo en las propiedades organolépticas, sino también en el valor nutricional, reduciendo notablemente el contenido de proteínas. Sin embargo, esto no fue observado en T2 del snack tipo almohada, ya que se evidenció que su almacenamiento contribuyó a la preservación de sus propiedades nutricionales. En contraste, T7, aunque más aceptado sensorialmente,

si mantuvo su contenido nutricional, de mejor forma frente a T2 (mejor vida útil) en las mismas condiciones de almacenamiento.

## 6. Conclusiones

La formulación de los ocho tratamientos del snack tipo almohada, variando la sustitución parcial de harina de alverja (10%-40%), el tipo de grasa (aceite de palma y girasol), la temperatura (170°C-180°C) y el tiempo de fritura (10-15 min), mostró diferencias significativas en la aceptación sensorial, donde T7 (30% HA, aceite de palma, 170°C, 15 min) fue el más aceptado con una media de 5.32, mientras que T1 y T4 tuvieron las puntuaciones más bajas (3.88 y 3.72), esto se debió principalmente a la variación en la sustitución de las harinas de arveja, al tipo de aceite utilizado, la variación de temperatura y tiempo.

En cuanto a los resultados del análisis de vida útil del snack tipo almohada enriquecido con harina de arveja reveló que los productos envasados en empaques herméticos sellados experimentaron una absorción progresiva de humedad durante el período de almacenamiento de 21 días, correlacionándose linealmente con el tiempo. Esta absorción de humedad contribuyó a la degradación de la calidad, evidenciada por cambios en la rancidez hidrolítica y en atributos sensoriales como la textura. El análisis del índice de peróxido, indicador de la oxidación, mostró que el tratamiento T2, frito con aceite de girasol a 180°C durante 10 minutos, presentó el menor índice de peróxido a lo largo de los 21 días, indicando una menor oxidación y mejor vida útil en comparación con otros tratamientos. El análisis estadístico respalda la superioridad del T2, seguido por el T7, T4, y T6, confirmando que la combinación de aceite, temperatura y tiempo en el proceso de fritura influye significativamente en la estabilidad del snack enriquecido con harina de arveja.

En conclusión, al comparar el valor nutritivo en proteínas entre el snack tipo almohada enriquecido con harina de mejor perfil sensorial (T7) y vida útil (T2) y uno tradicional, los resultados indican que el tratamiento experimental T2 y T7, a pesar

de destacar por su mejor perfil sensorial y vida útil, presenta un contenido proteico inferior en comparación con el snack tradicional. Mientras el snack tradicional exhibió 4.3 gramos de proteínas por cada 100 gramos, el T2 mostró un contenido de 2.5 gramos por cada 100 gramos y T7 4.63 gramos por cada 100 gramos. Esta diferencia en los niveles de proteínas sugiere que, aunque el T2 puede sobresalir en el tiempo de vida útil, podría representar una desventaja desde el punto de vista nutricional en comparación con la opción tradicional.

## 7. Recomendaciones

Se recomienda ajustar el porcentaje de sustitución de harina de alverja en un rango del 30%, dado que mayores proporciones tienden a afectar negativamente la aceptación sensorial. Asimismo, el uso de temperaturas moderadas de fritura, como 170°C, junto con un tiempo más prolongado (15 minutos), mejora la textura y sabor del snack, lo que aumenta su aceptación. Además, se sugiere evaluar el impacto del tipo de grasa, dado que el aceite de palma mostró mejores resultados en comparación con el aceite de girasol. Estas variables combinadas pueden optimizar la calidad sensorial del producto.

En relación con la absorción progresiva de humedad y la degradación de la calidad durante el almacenamiento, se sugiere explorar soluciones de envasado más efectivas para mitigar la absorción de humedad. La elección de materiales de empaque con propiedades barrera mejoradas podría ayudar a preservar la frescura y textura del producto durante un período más prolongado. Además, se podría considerar la implementación de tecnologías de envasado que controlen activamente la humedad, como absorbentes de oxígeno o desecantes, para mejorar la estabilidad a lo largo del tiempo.

Para abordar la inferioridad en el contenido proteico del tratamiento T2 en comparación con el snack tradicional, se sugiere explorar estrategias para mejorar la cantidad de proteínas en la formulación sin comprometer las características sensoriales y la vida útil. Esto podría incluir la optimización de la proporción de harina de arveja, así como la exploración de otras fuentes de proteínas vegetales que complementen la harina de arveja. Asimismo, se podría considerar la fortificación del producto con ingredientes ricos en proteínas para lograr un perfil nutricional más equilibrado.

## 8. Bibliografía

- Ahmad, M. M., Qureshi, T. M., Mushtaq, M., Aqib, A. I., Mushtaq, U., Ibrahim, S. A., & Saleem, M. H. (2022). Influence of baking and frying conditions on acrylamide formation in various prepared bakery, snack, and fried products. *Frontiers in Nutrition, 9*(1), 1-9.  
doi:<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2022.1011384/full>
- Albertos, I., Rico, D., & Martin-Diana, A. B. (2020). Improving the texture of healthy apple snacks by combining processing and technology (high pressure and vacuum frying). *Journal of Food Processing and Preservation, 44*(3), 1-15.  
doi:<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14352>
- Alvarado, M. G. (2020). Elaboración de snack con harina de machica y frutos secos para combatir la desnutrición en Unidad Educativa Monte Sinaí Guayaquil-Ecuador. *Ingeniería Química y Desarrollo, 78-87*.
- Bekele, E. K., Nosworthy, M. G., Henry, C. J., Shand, P. J., & Tyler, R. T. (2020). Oxidative stability of direct-expanded chickpea–sorghum snacks. *Food Science & Nutrition, 8*(8), 4340-4351.  
doi:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.1731>
- Bhakha, T., Ramasawmy, B., Toorabally, Z., & Neetoo, H. (2019). Development, characterization and shelf-life testing of a novel pulse-based snack bar. *AIMS Agriculture and Food, 4*(3), 756-777.  
doi:[https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:uXwZDvVseE8J:scholar.google.com/&hl=es&as\\_sdt=0,5&as\\_ylo=2019](https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:uXwZDvVseE8J:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5&as_ylo=2019)

- Calvo, C. M.-M.-J. (2020). Evaluación fisicoquímica y sensorial de un pan tipo baguette utilizando harinas de trigo (*Triticum spp*) y chícharo (*Pisum sativum* L.). *Biotecnia*, 116-124.
- Caruajulca, L. (2019). Vida útil de harina de tres variedades de arveja, (*Pisum sativum* L.) Sometidas a tres tiempos diferentes de tostado. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú .
- Chauhan, D. S., Khare, A., Lal, A. B., & Bebartta, R. P. (2022). Utilising oleogel as a frying medium for deep fried Indian traditional product (Mathri) to reduce oil uptake. *Journal of the Indian Chemical Society*, 99(3), 1-20.  
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0019452222000401>
- Chen, S. K., Lin, H. F., Wang, X., Yuan, Y., Yin, J., & Song, X. X. (2023). Comprehensive analysis in the nutritional composition, phenolic species and in vitro antioxidant activities of different pea cultivars. *Food Chemistry*, 17(2), 1-9.  
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S259015752300041X>
- Cortez Netto, J. D., Oliveira Filho, P. R., Lapa-Guimarães, J., & Viegas, M. M. (2020). Stability of snacks made with minced Nile tilapia stored at room temperature. *Revista Ciência Agronômica*, 51(1), 1-12.  
doi:<https://www.scielo.br/j/rca/a/gZYZhJL99hMJSGm7FQwNdRK/?lang=en>
- Criado-Navarro, I., López-Bascón, M. A., Ledesma-Escobar, C. A., & Priego-Capote, F. (2021). . Alteration of the phenolic fraction of extra virgin olive oil subjected to frying conditions. *ACS Food Science & Technology*, 1(5), 884-891. doi:<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsfoodscitech.1c00077>

Dilrukshi, H. N., Torrico, D. D., Brennan, M. A., & Brennan, C. S. (2022). Effects of extrusion processing on the bioactive constituents, in vitro digestibility, amino acid composition, and antioxidant potential of novel gluten-free extruded snacks fortified with cowpea and whey protein concentrate. *Food Chemistry*, 389(30), 1-10.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881462201069X>

Espinoza, K. A. (2021). Elaboración de Snack extruido a partir de Cereales y Concentrado de proteína de papa (*Dosidicus gigas*) y determinación de su vida útil. *In Anales Científicos*, 82(1), 180-191.

Fang, M., Huang, G. J., & Sung, W. C. (2021). Mass transfer and texture characteristics of fish skin during deep-fat frying, electrostatic frying, air frying and vacuum frying. *Lwt*, 137(2), 1-12.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643820314821>

FAO. (2016). (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). . *Beneficios nutricionales de las legumbres*. Recuperado el 21 de Julio de 2023, de <https://www.fao.org/3/i5384s/i5384s.pdf>

Gasparre, N., & Rosell, C. M. (2021). Snacking: Ingredients, Processing and Safety. Cereal-Based Foodstuffs: *The Backbone of Mediterranean Cuisine*, 12(1), 167-192. doi:[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-69228-5\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-69228-5_7)

Grootveld, M. (2022). Evidence-based challenges to the continued recommendation and use of peroxidatively-susceptible polyunsaturated fatty acid-rich culinary oils for high-temperature frying practises:

Experimental revelations focused on toxic aldehydic lipid oxidation produc.

*Frontiers in Nutrition*, 13(2), 1-28.

doi:<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2021.711640/full>

Hase , S., Linares, A., Kachuk , L., Pérez, O., & Miño, J. (2021). Variación de agua y aceite en snacks de mandioca durante la fritura. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación* , 2(2), 59-71. doi:DOI - j.masingenio.2021.02.02.005

He, J., Evans, G., Byer, G., Taylor, G., Clarkson, P., & Yell, V. (2021). Improving oil stability in deep-fried snack production: A case study. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), 1-15.

doi:<https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.15119>

Hidayati, U., Siagian, A., & Sudaryati, E. (2020). Correlation of fried snacks intake with free radicals and obesity in elementary school children. *Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(1), 35-43.

doi:<https://www.bircu-journal.com/index.php/birex/article/view/698>

Huaman, J. T., Areche, F. O., Gomez, R. L., & Huayhua, L. L. (2021). Evaluación de tres variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum* L.) en el procesamiento de hojuelas fritas. Polo del Conocimiento:.. *Revista científico-profesional*, 6(11), 658-669.

doi:<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8219322>

INEN 1334-2. (2011). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano.

Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos. Ecuador. Obtenido de

[https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf)

[content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf)

[Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/12/NTE-INEN-1334-2-Rotulado-de-Productos-Alimenticios-para-consumo-Humano-parte-2.pdf)

INEN 45. (1973). Grasas y aceites comestibles ensayo de rancidez. Ecuador.

Obtenido de

<https://ia802901.us.archive.org/1/items/ec.nte.0045.1973/ec.nte.0045.1973.pdf>

INEN-ISO 6885. (2012). Aceites y grasas de origen vegetal o animal. Ecuador.

Obtenido de

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2154-de-2012.pdf>

Leppik, K., Lang, H., Kuhtinskaja, M., & Rosenvald, S. (2022). The Use of Lipid Oxidation Indicators to Assess the Quality Deterioration of Potato Chips during Accelerated Shelf-Life Tests. *Journal of food stability*, 5(2), 1-20. doi:<https://www.ajol.info/index.php/jfs/article/view/233766>

Liu, H., Zhou, L., & Qian, W. (2022). Real-time monitoring of the hydrolysis of vegetable oils loaded in silica colloidal crystal films with lipase by optical interferometry. *Analytical Methods*, 14(22), 3071-3078. doi:<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2022/ay/d2ay00811d/unauth>

Marca , E. (2023). Evaluación de absorción de aceite en la operación de freído para la obtención del “chifles” de plátano hartón (*Musa paradisiaca*) Puerto Maldonado. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

Martínez, D., Acosta, M., C, & Castellanos, F. (2023). Vacuum dip frying of green banana slices with edible coatings. *Engineering and Competitiveness*, 25(10). doi:<https://doi.org/10.25100/iyc.v25i1.11970>

- Millar, K. A., Barry-Ryan, C., Burke, R., McCarthy, S., & Gallagher, E. (2019). Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56(2), 102-189.  
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856418311871>
- Millar, K. A., Gallagher, E., Burke, R., McCarthy, S., & Barry-Ryan, C. (2019). Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. *Journal of Food Composition and Analysis*, 89(2), 1-20.  
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157518304988>
- Ministerio de la protección social. (2011). Los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que debe cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Colombia.
- Muñoz Rojas, R. E. (2022). *Efectos del secado y fritura en las características organolépticas de hojuelas fritas de papa (Solanum tuberosum) variedad Canchán*. Cajamarca-Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.
- Nasir, G., Zaidi, S., Tabassum, N., & Asfaq, L. (2022). A review on nutritional composition, health benefits and potential applications of by-products from pea processing. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 20(1), 1-14.  
doi:<https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-022-03324-0>
- Navarro, O. P., Navarro, O. P., Blanco, M., Kachuk, L., Linares, A. R., Valdes, E. M., & Ha, S. L. (2021). Cinética del cambio de color en snacks de mandioca fritos por inmersión. *Ingenio-Revista de Ciencia Tecnología e*

*Innovación*, 2(2), 72-80.

doi:<https://revistas.fio.unam.edu.ar/index.php/masingenio/article/view/215/5>

46

Odunlami, Y. O., Sobukola, O. P., Adebowale, A. A., Sanni, S. A., Ajayi, F. F., Sanni, L. O., & Tomslin, K. (2023). Effect of Ingredient combination and post frying centrifugation on oil uptake and associated quality attributes of a fried snack. *Journal of Culinary Science & Technology*, 21(1), 52-70.

doi:<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15428052.2021.1885000>

Okon, U. B., Sobukola, O. P., Adebowale, A. A., Bakare, H. A., Omidiran, A. T., & Akinlade, F. A. (2022). Effect of process variables on some quality attributes of instant 'Akara iwe'-a cassava based fried snack from grits.

*Applied Food Research*, 2(1), 1-13.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222000750>

Ramirez , E. (2015). Elaboración de sopa deshidratada a partir de germinado y hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*, Willd) y arveja (*Pisum sativum*) Ramirez E. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Ren, Y., Setia, R., Warkentin, T. D., & Ai, Y. (2021). Functionality and starch digestibility of wrinkled and round pea flours of two different particle sizes. *Food Chemistry*, 336(2), 1-20.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620315>

739

Romano, R., Filosa, G., Pizzolongo, F., Durazzo, A., Lucarini, M., Severino, P., & Santini, A. (2021). Oxidative stability of high oleic sunflower oil during deep-

- frying process of purple potato Purple Majesty. *Heliyon*, 7(3), 1-12.  
doi:<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33869817/>
- Santos, O. D. (2022). Características de snacks y componentes funcionales para consumidores jóvenes y adultos en Lima Metropolitana. *Agroindustrial Science*, 12(1), 81-88.
- Segurondo Loza, R. &. (2020). Determinación de la rancidez en aceites usados en el proceso de frituras en establecimientos de expendio de comida rápida. *Revista Con-ciencia*, 8(2), 115-128.
- Tacanga, J. (2022). Vida útil de rodajas de manzana. (*Tesis de Grado*). Instituto Politécnico Nacional Cicata-Legaria, Ciudad de México, México.
- Tito , F. (2022). Optimización y evaluación de la vida útil de un snack elaborado a base de maíz (*Zea mays*) ecotipo pachía en función a sus características fisicoquímicas y sensoriales. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Valenzuela-Ávila, L., Miliar, Y., Moya-Ramírez, I., Chyhyrynets, O., García-Román, M., & Altmajer-Vaz, D. (2020). Effect of emulsification and hydrolysis pretreatments of waste frying oil on surfactin production. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 95(1), 223-231.  
doi:<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.6225>
- Wichaphon, J., Judphol, J., Tochampa, W., & Singanusong, R. (2023). Effect of frying conditions on properties of vacuum fried banana bracts. *LWT*, 184(2), 20.32.  
doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823006011>
- Wu, D. T., Li, W. X., Wan, J. J., Hu, Y. C., Gan, R. Y., & Zou, L. (2023). A Comprehensive Review of Pea (*Pisum sativum* L.): Chemical Composition,

Processing, Health Benefits, and Food Applications. *Foods*, 12(13), 1-40.

doi:<https://www.mdpi.com/2304-8158/12/13/2527>

Yuan, Y., Cui, C., Liu, H., Li, X., Cao, Y., Zhang, Y., & Yan, H. (2022). Effects of oxidation and hydrolysis of frying oil on MCPD esters formation in Chinese fried dough sticks. *LWT*, 154(2), 1-8.

doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643821017291>

## 9. Anexo

### 9.1 Anexo 1. Elaboración del snack enriquecido con harina de alverja y panel sensorial



Figura 5. Pesaje ingredientes  
Yepez, 2024



Figura 4. Pesaje ingredientes  
Yepez, 2024



Figura 7. Pesaje ingredientes  
Yepez, 2024



Figura 6. Pesaje de ingredientes  
Yepez, 2024



Figura 8. Fritura de snacks  
Yepez, 2024



Figura 9. Aceites utilizados para fritura  
Yepez, 2024



Figura 11. Snacks fritos  
Yepez, 2024



Figura 10. Temperatura de fritura  
Yepez, 2024



Figura 13. Muestras de snacks fritos  
Yepez, 2024



Figura 12. Panelistas durante  
análisis sensorial

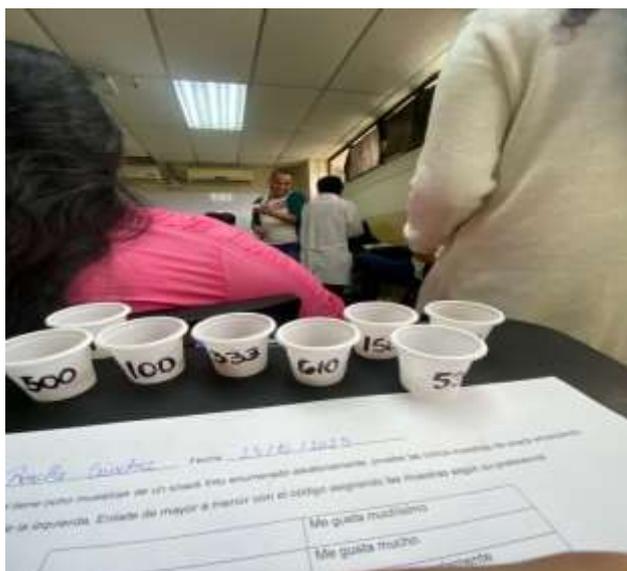


Figura 14. Panelistas durante análisis sensorial Yepez, 2024



Figura 15. Análisis sensorial por panelistas Yepez, 2024



Figura 16. Panel sensorial Yepez, 2024

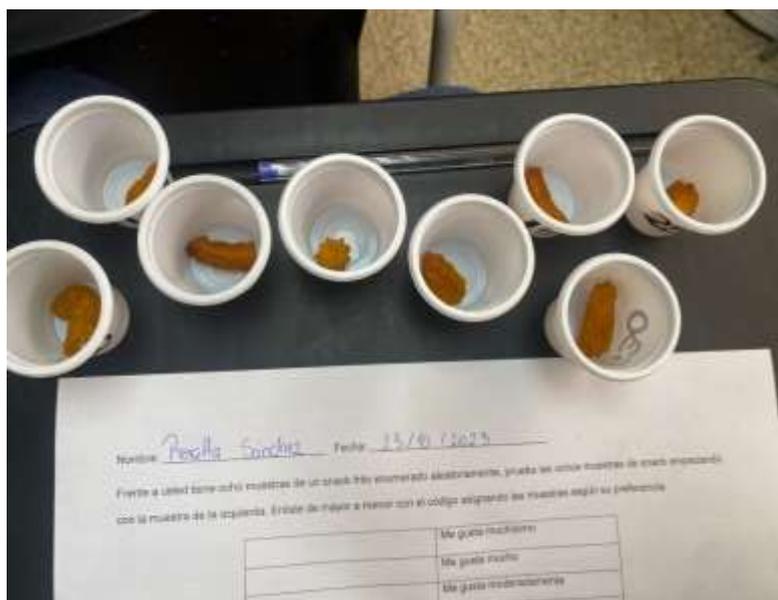


Figura 17. Muestras para análisis sensorial Yepez, 2024

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

Frente a usted tiene ocho muestras de un snack frito enumerado aleatoriamente, pruebe las ochos muestras de snack empezando con la muestra de la izquierda. Enliste de mayor a menor con el código asignando las muestras según su preferencia

	Me gusta muchísimo
	Me gusta mucho
	Me gusta moderadamente
	Me gusta ligeramente
	Me disgusta ligeramente
	Me disgusta moderadamente
	Me disgusta mucho
	Me disgusta muchísimo

Comentario

---



---

MUCHAS GRACIAS

Figura 18. Ficha para panel sensorial  
Yepez, 2024



Figura 19. Aceite y grasas de origen animal y vegetal  
NTE INEN-ISO 6885, 2013

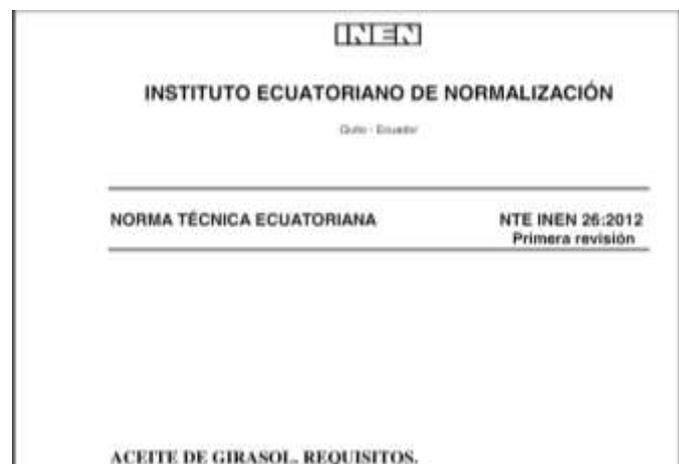


Figura 20. Aceite de girasol  
NTE INEN 26, 2012



Figura 21. Grasa y aceite comestible ensayo de rancidez INEN 0045, 2012



Figura 22. Grasa y aceite comestible determinación de la densidad relativa Inen 0035, 1973

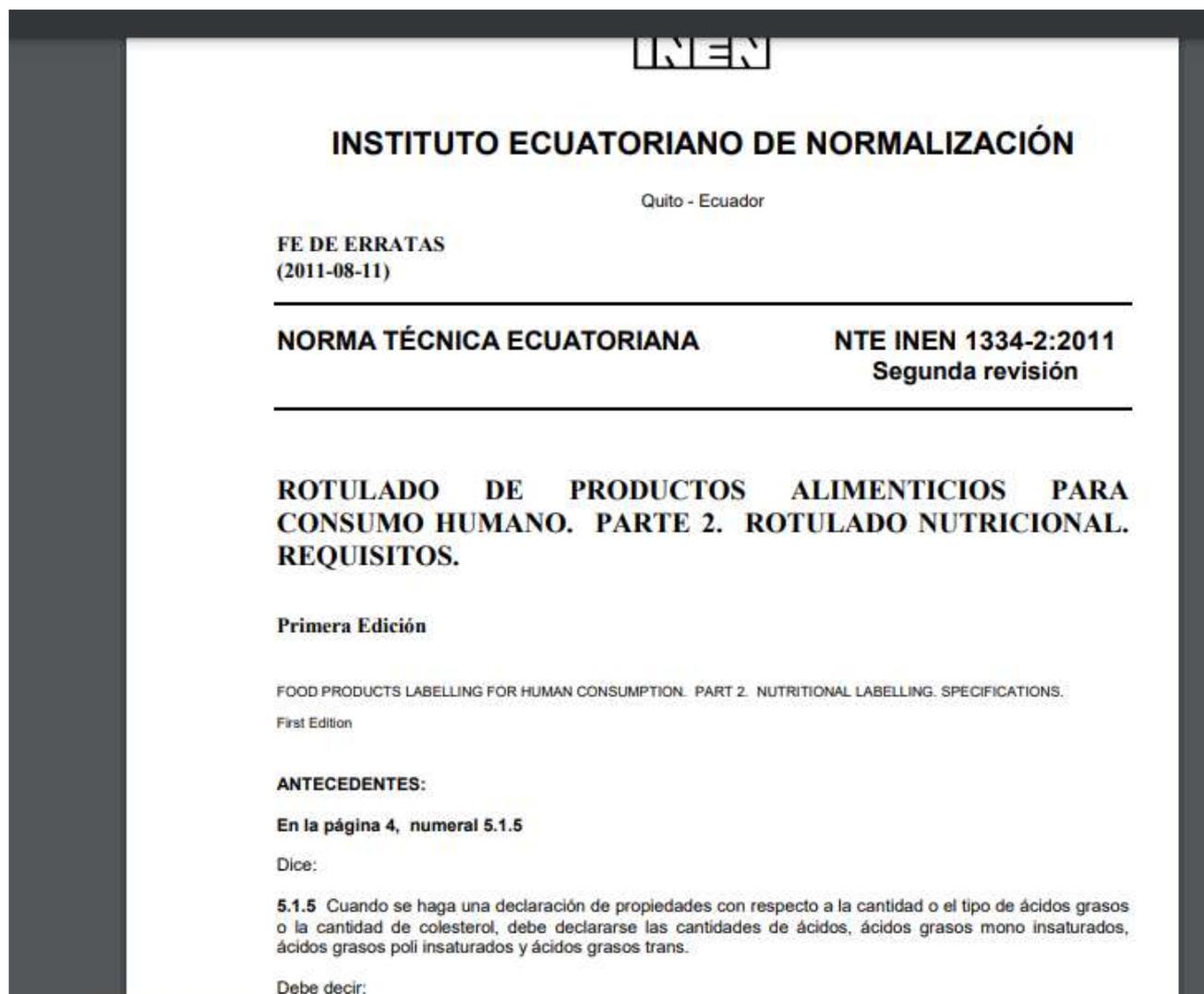


Figura 23. Rotulado de producto alimenticio para el consumo humano parte 2 NTE INEN 1334-2, 2011

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sensorial	64	0,02	0,00	40,15

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,25	7	3,61	0,14	0,9942
Aceite	3,06	1	3,06	0,12	0,7286
Tiempo	1,56	1	1,56	0,06	0,8042
aceite*Tiempo	2,25	1	2,25	0,09	0,7662
Temperatura	3,06	1	3,06	0,12	0,7286
Temperatura*Aceite	4,00	1	4,00	0,16	0,6918
Temperatura*Tiempo	6,25	1	6,25	0,25	0,6204
Aceite*Tiempo*Temperatura	5,06	1	5,06	0,20	0,6557
Error	1410,75	56	25,19		
Total	1436,00	63			

Figura 24. Análisis estadístico para evaluación parámetros de temperatura, aceite y tiempo  
Yepez, 2024

Nueva tabla\_1 : 19/1/2024 - 0:04:29 - [Versión : 30/4/2020]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
índice del peroxido	24	1,00	1,00	2,41

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	80,21	9	8,91	943,06	<0,0001
dias	0,24	2	0,12	12,48	0,0008
tratamiento	79,97	7	11,42	1208,94	<0,0001
Error	0,13	14	0,01		
Total	80,34	23			

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12721

Error: 0,0095 gl: 14

dias Medias n E.E.

21	4,15	8	0,03	A
14	4,02	8	0,03	B
7	3,91	8	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,28008

Error: 0,0095 gl: 14

tratamiento Medias n E.E.

t3	7,42	3	0,06	A
t1	5,95	3	0,06	B
t5	4,65	3	0,06	C
t8	4,02	3	0,06	D
t6	3,70	3	0,06	E
t4	2,68	3	0,06	F
t7	2,12	3	0,06	G
t2	1,67	3	0,06	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Figura 25. análisis estadístico vida útil  
Yepez, 2024