EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE SNACK EMPACADOS CON NITRÓGENO COMPARADO CON AIRE CONVENCIONAL: ANÁLISIS DE HUMEDAD Y CRECIMIENTO MICROBIANO

ANGELUS LEAL PADILLA

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-SECCIONAL AGUACHICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
AGUACHICA CESAR
2026

EVALUACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DE SNACK EMPACADOS CON NITRÓGENO COMPARADO CON AIRE CONVENCIONAL: ANÁLISIS DE HUMEDAD Y CRECIMIENTO MICROBIANO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

ANGELUS LEAL PADILLA

DIRECTOR

Mg. YINA PAOLA ORTEGA SANTIAGO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Ciencias agropecuarias: mejoramiento de procesos de transformación y aumento de la capacidad productiva

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR–SECCIONAL AGUACHICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

AGUACHICA CESAR

2026

NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado modalidad practica académica de la estudiante **Ángelus Leal Padilla**, titulado **"Evaluación de la vida útil de snack empacados con nitrógeno comparado con aire convencional: análisis de humedad y crecimiento microbiano."**, ha sido aprobado por los jurados, quienes no se hacen responsables de su contenido, pero lo han encontrado correcto en su calidad y en su forma de presentación por l o que en fe de lo cual firman.

MARIA DEL MAR PRIETO M.

EVALUADOR 1

VIVIANA JULIETH MARTINEZ Q.

EVALUADOR 2

Mg. TINA PAOLA ORTEGA SANTIAGO

DIRECTORA

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado, en primer lugar, a Dios, por siempre estar a mi lado, ayudándome a no desvanecer

A la persona más importante de mi vida, mi abuelo, quien sé que desde el cielo se siente orgulloso de ver a su nieta cumplir este sueño. Aunque ya no se encuentre físicamente en este plano terrenal, su amor, sus enseñanzas y su ejemplo permanecen siempre en mí. Gracias a él soy la persona que soy hoy.

A mis padres y abuela, por su amor incondicional, su entrega, sus sacrificios y por nunca dejarme sola en ninguno de mis pasos. Sin ellos no estaría donde estoy

A mi familia, que ha sido mi gran pilar a lo largo de este camino, por su motivación, comprensión y por enseñarme el verdadero significado de la palabra familia.

A mis maestros, por compartir sus conocimientos, orientarme con dedicación y contribuir de manera significativa a mi formación académica y personal. Su enseñanza ha dejado una huella invaluable en mi vida.

A mis amigos y compañeros, quienes compartieron conmigo experiencias, conocimientos y momentos que contribuyeron significativamente a mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente.

AGRADECIMIENTOS

Hoy expreso mis más grandes agradecimientos a las personas que hicieron posible esta realización.

A Dios, por nunca dejarme sola y permitir culminar esta etapa académica,

A mis abuelos, padres y familiares por todo su apoyo y acompañamiento.

A mi directora de proyecto, por su orientación, conocimientos y aportes, a todos los docentes los cuales me brindaron conocimientos y experiencias

A mis compañeros y amigos, por su apoyo y compañerismo durante el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, agradezco a la universidad popular del cesar y a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron al logro de este objetivo académico.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS VIII
LISTA DE TABLAS IX
LISTA DE ILUSTRACIONES X
GLOSARIO 11
RESUMEN 14
1. **INTRODUCCIÓN** 16
2. **INFORMACIÓN DE LA EMPRESA** 18
3. **PLANTEMIENTO DEL PROBLEMA** 20
4. **JUSTIFICACIÓN** 22
5. **OBJETIVOS** 24
5.1 Objetivo General 24
5.2 Objetivos Específicos 24
6. **MARCO TEÓRICO** 25
6.1 Vida útil de los alimentos 25
6.2 Humedad en alimentos tipo snack 26
6.3 Crecimiento microbiano y deterioro de alimentos 26
6.4 Empaque de alimentos 27
6.5 Empaque con nitrógeno 27
6.6 Calidad e inocuidad alimentaria 28
7. **MARCO LEGAL** 29
8. **ESTADO DEL ARTE** 32
9. **METODOLOGÍA** 37
9.1 Enfoque de la investigación 37
9.2 Alcance de la investigación 38
9.3 Diseño de investigación 39
9.4 Población y muestra 41
9.5 Hipótesis 42
9.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos 42
9.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos 44
9.8 Actividades realizadas 46
9.8.1 Examen de la variación en el contenido de humedad del producto 46

9.8.2 Análisis de los cambios en las características sensoriales 47
9.8.3 Establecimiento del comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento 49
10. RESULTADOS 51
10.1 Examen de la variación en el contenido de humedad del producto bajo ambos sistemas de empaque como indicador de estabilidad fisicoquímica durante el almacenamiento 51
10.1.1 Variación del contenido de humedad durante el almacenamiento 51
10.1.2 Variación porcentual del contenido de humedad 55
10.2 Análisis de los cambios en las características sensoriales (sabor, olor, color, aspecto y textura) de los snacks empacados con aire convencional y con atmósfera modificada (nitrógeno) durante el periodo de almacenamiento 59
10.2.1 Comportamiento de las características sensoriales durante el almacenamiento 59
10.2.2 Comparación integral de las características sensoriales 73
10.2.3 Preferencia del consumidor 76
10.2.4 Intención de compra del producto durante el almacenamiento 78
10.3 Establecimiento del comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento mediante el seguimiento de microorganismos indicadores (mohos y levaduras) y la detección de patógenos potenciales (*Salmonella spp*. y *E. coli).* 82
10.3.1 Comportamiento microbiológico de mohos y levaduras 82
10.3.2 Detección de Salmonella spp. durante el almacenamiento 83
10.3.3 Recuento de Escherichia coli durante el almacenamiento 85
11. DISCUSION DE RESULTADOS 87
12. CONCLUSIONES 90
13. RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 92
14. **ANEXOS** 101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variación del contenido de humedad durante el almacenamiento 53
Figura 2. Comparación del incremento final de humedad entre los tratamientos 231 (atmósfera modificada) y 457 (aire convencional). 55
Figura 3. Variación porcentual acumulada del contenido de humedad 57
Figura 4. Evolución del atributo aspecto durante el almacenamiento 62
Figura 5. Evolución del atributo color durante el almacenamiento 64
Figura 6. Evolución del atributo olor durante el almacenamiento 67
Figura 7. Evolución del atributo textura durante el almacenamiento 69
Figura 8. Evolución del atributo sabor durante el almacenamiento 72
Figura 9. Comparación de las características sensoriales al sexto mes de almacenamiento 75
Figura 10. Preferencia del consumidor durante el almacenamiento 77
Figura 11. Evolución de la intención de compra durante el almacenamiento 80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Contenido de humedad (%) durante el almacenamiento 52
Tabla 2. Variación porcentual del contenido de humedad respecto al valor inicial 55
Tabla 3. Estadísticos descriptivos del contenido de humedad..... 57
Tabla 4. Promedio de las características sensoriales de los snacks durante el almacenamiento .. 59
Tabla 5. Calificación promedio del atributo aspecto durante el almacenamiento 61
Tabla 6. Calificación promedio del atributo color durante el almacenamiento..... 63
Tabla 7. Calificación promedio del atributo olor durante el almacenamiento..... 66
Tabla 8. Calificación promedio del atributo textura durante el almacenamiento 68
Tabla 9. Calificación promedio del atributo sabor durante el almacenamiento 71
Tabla 10. Comparación de las características sensoriales al sexto mes de almacenamiento..... 74
Tabla 11. Preferencia de los consumidores entre las muestras evaluadas 76
Tabla 12. Evolución de la intención de compra durante el almacenamiento..... 78
Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras durante el almacenamiento 82
Tabla 14. Detección de *Salmonella spp.* durante el almacenamiento..... 84
Tabla 15. Recuento de *Escherichia coli* durante el almacenamiento 85

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Equipos de análisis de humedad 52

GLOSARIO

Aerobios mesófilos: Son microorganismos que crecen en presencia de oxígeno y se desarrollan a temperaturas moderadas, generalmente entre 20 °C y 45 °C. Se utilizan como indicadores microbiológicos para evaluar la calidad sanitaria y el nivel de contaminación de los alimentos durante su almacenamiento y procesamiento. Un incremento en sus recuentos puede indicar deterioro del producto o fallas en las condiciones de conservación (Hernández Montoya, 2020).

Atmósfera modificada: Método de conservación que consiste en alterar la composición gaseosa dentro del empaque, reemplazando parcial o totalmente el oxígeno por gases como nitrógeno o dióxido de carbono. Esta técnica permite disminuir procesos oxidativos, retrasar el crecimiento microbiano y prolongar la vida útil de los alimentos (Fernández Salcedo, 2017).

Barrera de humedad: Propiedad de los materiales de empaque que limita el paso del vapor de agua entre el ambiente y el alimento. Los empaques con mayor barrera de humedad ayudan a conservar la textura, estabilidad y calidad de productos deshidratados y snacks (Cipriani Villar, 2016).

Crecimiento microbiano: Proceso mediante el cual bacterias, hongos y levaduras se multiplican en un alimento bajo condiciones favorables de temperatura, humedad y nutrientes. Este crecimiento puede provocar alteraciones microbiológicas y deterioro del producto (Hernández Montoya, 2020).

Empaque metalizado: Tipo de empaque recubierto con una capa metálica que proporciona mayor protección frente a la luz, humedad y oxígeno. Su uso permite disminuir la oxidación y conservar mejor las características fisicoquímicas y sensoriales de los snacks (Fernández Salcedo, 2017).

Empaque transparente: Material de empaque que permite el paso de la luz y generalmente posee menor capacidad de barrera frente al oxígeno y la humedad. Esto puede favorecer el deterioro oxidativo y reducir la estabilidad del producto durante el almacenamiento (Fernández Salcedo, 2017).

Humedad: Cantidad de agua presente en un alimento. El aumento de humedad en snacks puede ocasionar pérdida de textura crujiente, proliferación microbiana y reducción de la vida útil del producto (Jarrín Moreira, 2018).

Índice de acidez: Parámetro fisicoquímico utilizado para medir el grado de descomposición de grasas y aceites presentes en un alimento. Valores elevados pueden indicar deterioro y alteraciones en la calidad del producto (Fernández Salcedo, 2017).

Índice de peróxidos: Indicador químico que mide el nivel de oxidación de grasas y aceites en los alimentos. Un aumento en este índice refleja el desarrollo de rancidez oxidativa y pérdida de calidad sensorial (Fernández Salcedo, 2017).

Inocuidad alimentaria: Condición mediante la cual un alimento es considerado seguro para el consumo humano, garantizando la ausencia de peligros físicos, químicos y microbiológicos que puedan afectar la salud del consumidor (Resolución 2674 de 2013).

Microorganismos patógenos: Microorganismos capaces de causar enfermedades en los consumidores cuando están presentes en alimentos contaminados. Entre los más comunes en estudios microbiológicos se encuentran *Salmonella spp*., *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (Jarrín Moreira, 2018).

Nitrógeno: Gas inerte utilizado en la industria alimentaria para desplazar el oxígeno dentro de los empaques. Su aplicación reduce procesos de oxidación y limita el crecimiento de microorganismos, permitiendo prolongar la vida útil de los alimentos (Zarate Aguilar, 2025).

Oxidación: Proceso químico ocasionado principalmente por la presencia de oxígeno, el cual genera deterioro de grasas y aceites, afectando el sabor, olor, color y calidad de los alimentos (Fernández Salcedo, 2017).

Oxígeno residual: Cantidad de oxígeno que permanece dentro del empaque después del sellado o aplicación de atmósfera modificada. Altos niveles de oxígeno residual favorecen la oxidación y el deterioro microbiológico del producto (Fernández Salcedo, 2017).

pH: Medida que determina el nivel de acidez o alcalinidad de un alimento. El pH influye directamente sobre la estabilidad química y el crecimiento de microorganismos durante el almacenamiento (Hernández Montoya, 2020).

Rancidez oxidativa: Alteración química de grasas y aceites causada por la oxidación, produciendo sabores y olores desagradables en los alimentos. Este fenómeno es común en productos fritos y snacks almacenados por largos periodos (Fernández Salcedo, 2017).

Snack: Producto alimenticio ligero consumido entre comidas, elaborado mediante procesos como fritura, horneado o deshidratación. Los snacks requieren condiciones adecuadas de empaque y almacenamiento para conservar sus características de calidad (Yepez Chancay, 2024).

Vida útil: Periodo de tiempo durante el cual un alimento conserva características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales aceptables para el consumo humano bajo condiciones específicas de almacenamiento (Martí Peris, 2023).

WVTR (Water Vapor Transmission Rate): Tasa de transmisión de vapor de agua a través de un material de empaque. Este parámetro permite evaluar la capacidad de barrera del empaque frente a la humedad y su efectividad para conservar alimentos deshidratados o fritos (Cipriani Villar, 2016).

RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto del empaque en atmósfera modificada con nitrógeno sobre la estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica de un snack durante seis meses de almacenamiento, comparándolo con un sistema de empaque con aire convencional. Se realizó el seguimiento del contenido de humedad, la evaluación de las características sensoriales (color, olor, sabor, textura y aspecto), la intención de compra y preferencia del consumidor, así como el análisis microbiológico mediante el recuento de mohos y levaduras y la detección de *Salmonella* spp. y *Escherichia coli*.

Los resultados mostraron un incremento progresivo del contenido de humedad en ambos tratamientos; sin embargo, el producto empacado con atmósfera modificada presentó una menor ganancia de humedad (33,80 %) frente al aire convencional (50,70 %), lo que permitió conservar en mejores condiciones la textura, el sabor, el color, el olor y el aspecto del snack durante el almacenamiento. Esta mayor estabilidad también se reflejó en una mejor aceptación por parte de los consumidores, evidenciada mediante la intención de compra y la prueba de preferencia.

En cuanto a la calidad microbiológica, ambos tratamientos cumplieron los criterios establecidos para alimentos listos para el consumo, registrando recuentos de mohos y levaduras inferiores al límite de cuantificación, ausencia de *Salmonella* spp. y valores inferiores a 10 UFC/g para *Escherichia coli*. En conjunto, los resultados demuestran que el uso de atmósfera modificada con nitrógeno constituye una alternativa eficaz para prolongar la vida útil del snack, preservar su calidad integral y mantener su inocuidad durante seis meses de almacenamiento.

Palabras clave: atmósfera modificada, nitrógeno, snack, humedad, evaluación sensorial, estabilidad fisicoquímica, inocuidad microbiológica, vida útil, empaque de alimentos, aceptación del consumidor

ABSTRAC

This study evaluated the effect of nitrogen-modified atmosphere packaging on the physicochemical, sensory, and microbiological stability of a snack over six months of storage, comparing it with a conventional air packaging system. Parameters monitored included moisture content, sensory characteristics (color, odor, flavor, texture, and appearance), consumer purchase intention and preference, and microbiological quality (mold and yeast counts, and detection of *Salmonella* spp. and *Escherichia coli*).

Results showed a progressive increase in moisture content for both treatments; however, the product packaged under a modified atmosphere exhibited lower moisture gain (33.80%) compared to conventional air packaging (50.70%), thereby better preserving the snack's texture, flavor, color, odor, and appearance during storage. This enhanced stability also translated into greater consumer acceptance, as evidenced by purchase intention and preference testing.

Regarding microbiological quality, both treatments met established criteria for ready-to-eat foods, showing mold and yeast counts below the limit of quantification, an absence of *Salmonella* spp., and *Escherichia coli* levels below 10 CFU/g. Overall, the results demonstrate that nitrogen-modified atmosphere packaging is an effective alternative for extending the snack's shelf life, preserving its overall quality, and maintaining its safety throughout six months of storage.

Keywords: *modified atmosphere, nitrogen, snack, moisture, sensory evaluation, physicochemical stability, microbiological safety, shelf life, food packaging, consumer acceptanc*

1. INTRODUCCIÓN

Los snacks fritos a base de papa son productos ampliamente consumidos en la actualidad debido a su sabor, practicidad y disponibilidad en el mercado. Sin embargo, su calidad durante el almacenamiento puede verse afectada por diversos factores, entre los que se destacan la oxidación de las grasas, la absorción de humedad y las condiciones de empaque. Estos aspectos influyen directamente en características sensoriales como el sabor, el olor y la textura crocante, las cuales son determinantes en la aceptación del producto por parte del consumidor. Estudios han demostrado que tanto el proceso de fritura como las condiciones posteriores de almacenamiento inciden significativamente en la estabilidad y vida útil de este tipo de alimentos (Yépez Chancay, 2024).

En la industria alimentaria actual, la conservación de la calidad e inocuidad de los productos tipo snack constituye un aspecto fundamental debido a la creciente demanda de alimentos con una mayor vida útil y características sensoriales estables. Estos productos son especialmente susceptibles al deterioro ocasionado por factores como la absorción de humedad, los procesos de oxidación y las modificaciones en su composición nutricional durante el almacenamiento, lo que puede afectar negativamente su textura, sabor, calidad y aceptación por parte del consumidor. En este sentido, resulta indispensable implementar controles adecuados tanto en la formulación como en el procesamiento de los snacks, con el fin de preservar sus propiedades y garantizar su estabilidad a lo largo del tiempo de conservación (Shah et al., 2019).

Uno de los principales métodos utilizados para prolongar la vida útil de alimentos empacados es el uso de atmósferas modificadas, especialmente mediante la incorporación de nitrógeno en los empaques. Según Purba et al. (2018) el empleo de gases inertes como el nitrógeno permite disminuir la presencia de oxígeno dentro del envase, reduciendo así procesos de oxidación y retardando el desarrollo de microorganismos que afectan la estabilidad del producto. Este tipo de tecnología ha sido ampliamente implementado en alimentos fritos y snacks debido a su efectividad en la preservación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales.

De igual manera, Salazar & Ocaña, (2019) señalan que el estudio de vida útil en snacks empacados resulta indispensable para determinar el comportamiento del producto durante el almacenamiento, especialmente en variables relacionadas con humedad, estabilidad microbiológica y conservación de la textura. La humedad es uno de los factores más influyentes en la pérdida de crocancia y en el deterioro acelerado de productos alimenticios deshidratados o fritos, favoreciendo además el crecimiento microbiano.

Por otra parte, investigaciones desarrolladas por Jarrín Moreira (2018) evidencian que el tipo de empaque y la atmósfera utilizada tienen una influencia significativa sobre las características físicas, microbiológicas y sensoriales de productos alimenticios, permitiendo prolongar su estabilidad durante el almacenamiento. Asimismo, Quishpe et al. (2023) destaca que la utilización de empaques adecuados contribuye al mantenimiento de la calidad comercial de snacks, aumentando su aceptación y reduciendo pérdidas por deterioro.

En relación con la estabilidad de grasas y aceites presentes en productos fritos, Barrera-Arellano, 1998 afirma que la exposición al oxígeno acelera procesos de oxidación lipídica que afectan negativamente la calidad del alimento. En este contexto, el nitrógeno actúa como una barrera protectora que disminuye las reacciones oxidativas y favorece la conservación del producto durante mayores periodos de almacenamiento.

Adicionalmente, el cumplimiento de condiciones sanitarias adecuadas durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos es esencial para garantizar la inocuidad de los productos. En Colombia, la Resolución 2674 de 2013 establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las empresas de alimentos para asegurar la calidad microbiológica y la seguridad del consumidor (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

Por lo anterior, la presente investigación tiene como finalidad evaluar la vida útil de snacks empacados con nitrógeno comparados con snacks empacados con aire convencional, mediante el análisis de humedad y crecimiento microbiano, con el propósito de determinar cuál sistema de empaque ofrece mejores condiciones de conservación y estabilidad del producto durante su almacenamiento.

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

- **Campo de acción:** Elaboración de otros productos alimenticios n.c.p.
- **Dirección:** Vía Vereda Guatiguará Lote Segregado Km.2, Piedecuesta, Santander, Colombia

Es una compañía santandereana dedicada a la producción y comercialización de pasabocas (papas, plátanos, extruidos, pellets, horneados y tortilla), con más de 56 años de experiencia en la industria nacional e internacional, basada en procesos con tecnología de punta, certificada bajo la norma ISO 9001 Y HACCP, ofreciendo productos de excelente calidad. (Productos La Victoria, s. f.).

Productos Vicky S.A.S., en el marco de su direccionamiento estratégico, ha implementado un Sistema de Gestión de Inocuidad y Calidad, con el propósito de ofrecer productos seguros, garantizar altos estándares de calidad y asegurar el cumplimiento de los requisitos internos en todas las etapas del proceso, desde la selección de proveedores, pasando por la cadena de suministro, el almacenamiento, la fabricación, hasta llegar a la distribución. (Nuestra Empresa • Productos La Victoria, s. f.). La empresa se compromete a comunicar de forma clara y oportuna todos los aspectos relevantes relacionados con la calidad e inocuidad alimentaria, tanto al interior de la organización como a los actores externos, garantizando el cumplimiento de los requisitos legales. (Productos La Victoria, s. f.). La alta Dirección de la compañía lidera el fortalecimiento de todos sus procesos, promoviendo el mejoramiento continuo mediante el trabajo colaborativo, con el apoyo de profesionales capacitados, impulsando el crecimiento tecnológico e innovador. Todo ello con el fin de satisfacer las expectativas del cliente, generar valor y asegurar la rentabilidad y sostenibilidad de la organización. (Productos La Victoria, s. f.)

- **Misión:** Elaborados con los más altos estándares de calidad. Nos enfocamos en el servicio, la innovación y la excelencia operativa como bases fundamentales para satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros diversos grupos de interés. (Productos La Victoria, s. f.)
- **Visión:** En el 2029 seremos la referencia indiscutible del mercado colombiano de snack inspirando a las personas a disfrutar de opciones de snacks deliciosos, y responsables contribuyendo a un estilo de vida más saludable, bajo un modelo de negocio sostenible. A nivel internacional consolidaremos nuestra presencia en mercados europeos y del medio

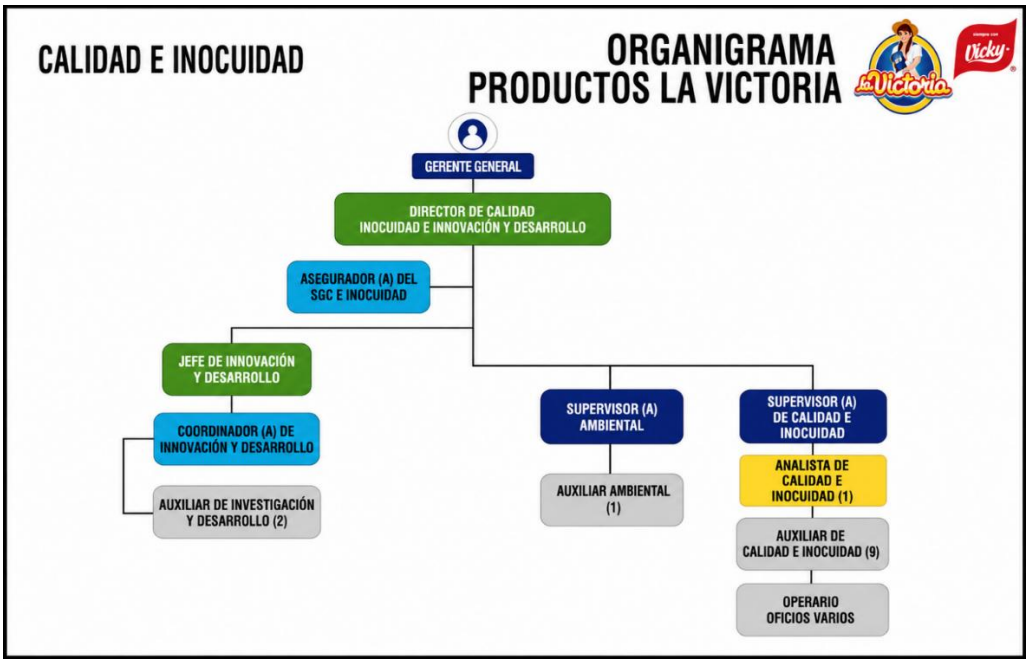
oriente, mientras que en América Latina nos posicionaremos en los mercados venezolano y chileno. (Productos La Victoria, s. f.)

❖ **Innovación y desarrollo:**

- **Objetivo:** Impulsar el crecimiento y la competitividad de la compañía a través de la creación y aplicación de nuevas ideas, tecnologías y productos
- **Alcance:** Aplica desde la concepción de la idea hasta el lanzamiento de un producto, incluyendo mejoras en el proceso productivo y extensiones de líneas.

❖ **Organigrama:**

El organigrama de la empresa Productos La Victoria evidencia una estructura organizacional jerárquica y funcional orientada al aseguramiento de la calidad, la inocuidad y la innovación dentro de sus procesos productivos. En la parte superior se encuentra la Gerencia General. posteriormente, se identifica la Dirección de Calidad, Inocuidad, Innovación y Desarrollo, de esta dirección dependen diferentes áreas especializadas, entre ellas el Aseguramiento del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad, el área de Innovación y Desarrollo, la Supervisión Ambiental y la Supervisión de Calidad e Inocuidad. El área de Innovación y Desarrollo está conformada por un jefe, un coordinador y auxiliares de investigación y desarrollo, quienes apoyan la creación y mejora de productos y procesos.



Fuente: Productos La Victoria

3. PLANTEMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria alimentaria, la conservación de la calidad e inocuidad de los productos representa uno de los principales retos para las empresas productoras de snacks, debido a que estos alimentos son altamente susceptibles al deterioro ocasionado por factores como la humedad, la oxidación y el crecimiento microbiano. Estas alteraciones afectan directamente las características fisicoquímicas del producto, especialmente su textura, sabor, olor y estabilidad durante el almacenamiento, disminuyendo así su aceptación comercial y su vida útil (Fernández, 2017).

Uno de los factores que más influye en el deterioro de los snacks es la absorción de humedad durante el almacenamiento. El incremento del contenido de agua en el producto puede ocasionar pérdida de crocancia, cambios sensoriales y condiciones favorables para el desarrollo de microorganismos, afectando la calidad final del alimento. En este sentido, Cipriani, (2016) señala que el tipo de empaque utilizado influye directamente en el comportamiento de la humedad dentro del producto durante su almacenamiento, convirtiéndose en un aspecto determinante para mantener sus propiedades de conservación.

De igual manera, los snacks sometidos a procesos de fritura presentan una mayor susceptibilidad a sufrir alteraciones fisicoquímicas debido a la presencia de grasas y aceites, los cuales pueden oxidarse fácilmente cuando existe contacto con el oxígeno presente en el empaque. Según Barrera-Arellano, (1998) las condiciones de procesamiento y almacenamiento tienen una influencia significativa sobre la vida útil de los snacks, ya que pueden acelerar procesos de deterioro que afectan tanto la estabilidad del producto como su inocuidad microbiológica.

Ante esta problemática, la industria alimentaria ha incorporado tecnologías de conservación basadas en atmósferas modificadas, especialmente mediante el uso de nitrógeno en los empaques. García et al. (2006) afirman que este tipo de tecnología permite reducir la concentración de oxígeno dentro del envase, retardando procesos oxidativos y disminuyendo el crecimiento de microorganismos que comprometen la calidad e inocuidad de los alimentos. No obstante, aunque

esta técnica ha sido ampliamente utilizada en diversos productos alimenticios, aún resulta necesario evaluar su efectividad específica en snacks elaborados bajo condiciones reales de producción y almacenamiento.

En el caso de Productos Vicky S.A.S., surge la necesidad de determinar cuál método de empaque ofrece mejores resultados en la conservación de las características fisicoquímicas y microbiológicas de sus snacks durante el tiempo de almacenamiento. Esta situación genera un interés tanto técnico como comercial, debido a que un producto con mayor estabilidad puede mantener su calidad por más tiempo, reducir pérdidas económicas y aumentar la satisfacción del consumidor.

Por lo anterior, la presente investigación busca dar respuesta a la siguiente pregunta problema: ¿Cuál de los métodos de empaque, aire convencional o atmósfera modificada (nitrógeno), permite conservar de manera más efectiva las características fisicoquímicas y la inocuidad microbiológica de los snacks elaborados por la empresa Productos Vicky S.A.S. durante su vida útil?

4. JUSTIFICACIÓN

La vida útil de los alimentos representa un aspecto fundamental dentro de la industria alimentaria, ya que de ella dependen factores como la calidad del producto, la inocuidad, la aceptación del consumidor y la rentabilidad de las empresas productoras. En el caso de los snacks, su conservación durante el almacenamiento constituye un desafío importante debido a la susceptibilidad que presentan frente a la absorción de humedad, la oxidación y el crecimiento microbiano, situaciones que pueden alterar sus características fisicoquímicas y reducir significativamente su estabilidad comercial (Barrazueta López, 2024).

Actualmente, las empresas buscan implementar tecnologías de empaque que permitan mantener las propiedades del producto por mayor tiempo sin afectar su calidad. Entre estas alternativas, el uso de atmósferas modificadas con nitrógeno ha tomado relevancia debido a su capacidad para disminuir la presencia de oxígeno dentro del empaque, reduciendo procesos de deterioro relacionados con la oxidación y el desarrollo de microorganismos (Benavides Grandez & Campos Martínez, 2021). Sin embargo, la efectividad de este método puede variar dependiendo de las características del alimento, las condiciones de almacenamiento y el tipo de empaque utilizado, por lo que resulta necesario realizar estudios específicos que permitan validar su comportamiento en snacks elaborados por la empresa Productos Vicky S.A.S.

Desde el punto de vista técnico y científico, esta investigación permitirá generar información relacionada con el comportamiento de variables como la humedad y el crecimiento microbiano en snacks empacados bajo diferentes condiciones de conservación. La evaluación de estos parámetros resulta fundamental para determinar la estabilidad del producto durante el almacenamiento, ya que factores como el contenido de humedad influyen directamente en la textura, calidad e inocuidad del alimento, permitiendo establecer su vida útil y comportamiento comercial.

De igual manera, el tipo de empaque utilizado desempeña un papel fundamental en la conservación de los alimentos durante el almacenamiento, ya que influye directamente en la estabilidad de sus características físicas, fisicoquímicas y microbiológicas. En este sentido, el uso de atmósferas modificadas constituye una alternativa eficaz para prolongar la vida útil de los productos

alimenticios, al favorecer la conservación de su calidad y reducir los procesos de deterioro asociados al almacenamiento (Méndez Alonso, 2013).

Por otra parte, Martí, (2023) destaca la importancia de realizar estudios acelerados de vida útil en snacks, ya que estos permiten identificar el comportamiento del producto frente a diferentes condiciones de conservación y evaluar la efectividad de los materiales y métodos de empaque utilizados. Asimismo, Ruiz, (2009) menciona que tanto el tipo de atmósfera como el material de empaque influyen directamente sobre las propiedades físicas, sensoriales y microbiológicas de los alimentos almacenados.

Desde el ámbito empresarial, esta investigación beneficiará a Productos Vicky S.A.S., debido a que permitirá identificar cuál método de empaque ofrece mejores condiciones de conservación para sus snacks, contribuyendo a la toma de decisiones relacionadas con procesos de producción, almacenamiento y comercialización. Además, los resultados obtenidos podrán ayudar a disminuir pérdidas económicas ocasionadas por deterioro del producto y fortalecer la competitividad de la empresa en el mercado.

Finalmente, esta investigación posee relevancia académica y social, ya que aportará información útil para futuras investigaciones relacionadas con tecnologías de conservación de alimentos y vida útil de snacks. De igual manera, contribuirá al fortalecimiento de prácticas orientadas a garantizar alimentos de mejor calidad e inocuidad para los consumidores.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Determinar la vida útil de snacks empacados con aire convencional y con atmósfera modificada (nitrógeno), a partir del seguimiento de cambios sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos durante un periodo de almacenamiento superior a cinco meses

5.2 Objetivos Específicos

- Examinar la variación en el contenido de humedad del producto bajo ambos sistemas de empaque como indicador de estabilidad fisicoquímica durante el almacenamiento.
- Analizar los cambios en las características sensoriales (sabor, olor, color, aspecto y textura) de los snacks empacados con aire convencional y con atmósfera modificada (nitrógeno) durante el periodo de almacenamiento.
- Establecer el comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento mediante el seguimiento de microorganismos indicadores (mohos y levaduras) y la detección de patógenos potenciales (*Salmonella spp*. y *E. coli).*

6. MARCO TEÓRICO

El uso de referencias bibliográficas con una antigüedad superior a diez años se justifica en el presente trabajo debido a la naturaleza del objeto de estudio y al tipo de información que dichas fuentes aportan. El presente marco teórico reúne los fundamentos conceptuales y científicos relacionados con la evaluación de la vida útil de snacks empacados en aire convencional y en atmósfera modificada con nitrógeno. Para el desarrollo de esta investigación, se abordan temas relacionados con la conservación de alimentos, el efecto de la humedad, el crecimiento microbiano, los sistemas de empaque y la importancia de la inocuidad alimentaria en productos tipo snack.

Asimismo, se presentan diferentes aportes teóricos y estudios previos realizados por diversos autores, los cuales permiten comprender cómo las condiciones de almacenamiento y los métodos de empaque influyen directamente en la estabilidad fisicoquímica y microbiológica de los alimentos durante su vida útil. Estos fundamentos sirven como base para el análisis y desarrollo de la presente investigación en la empresa Productos Vicky S.A.S.

6.1 Vida útil de los alimentos

La vida útil de un alimento se define como el periodo durante el cual un producto conserva sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y de inocuidad dentro de límites aceptables para el consumo humano, siempre que se mantenga bajo condiciones adecuadas de almacenamiento. En los productos tipo snack, la vida útil se encuentra estrechamente relacionada con factores como la humedad, el contenido de oxígeno, la temperatura y el tipo de empaque utilizado (Carrillo Inungaray & Reyes Munguía, 2013).

Los snacks son productos de baja humedad y generalmente sometidos a procesos de fritura u horneado, características que les permiten una mayor estabilidad inicial. Sin embargo, durante el almacenamiento pueden sufrir alteraciones relacionadas con la absorción de humedad y la oxidación de grasas, lo que ocasiona pérdida de crocancia, cambios sensoriales y disminución de la calidad comercial del producto, especialmente en productos fritos donde el deterioro puede

acelerarse por factores ambientales y por la interacción del alimento con el oxígeno presente dentro del empaque (Vermeiren et al., 1999).

6.2 Humedad en alimentos tipo snack

La humedad es uno de los principales factores que afectan la estabilidad de los alimentos durante su almacenamiento. El incremento del contenido de agua favorece cambios físicos y microbiológicos que pueden reducir considerablemente la vida útil de los productos. En snacks fritos o deshidratados, la humedad tiene una influencia directa sobre la textura y crocancia, atributos altamente valorados por el consumidor (Leistner, 2000).

Cuando un snack absorbe humedad del ambiente o del interior del empaque, ocurre una disminución de la textura crujiente y un aumento del riesgo de deterioro microbiológico. Según Madigan et al., 2004, el control de la humedad dentro del empaque es fundamental para garantizar la estabilidad y aceptación comercial de este tipo de productos. Además, la actividad de agua representa un parámetro importante en el estudio de vida útil, debido a que determina la disponibilidad de agua libre para el crecimiento de microorganismos y reacciones químicas. Valores elevados de actividad de agua favorecen el desarrollo de bacterias, mohos y levaduras, afectando la inocuidad alimentaria (Méndez Alonso, 2013).

6.3 Crecimiento microbiano y deterioro de alimentos

El crecimiento microbiano constituye una de las principales causas de deterioro en alimentos almacenados. Los microorganismos pueden desarrollarse cuando existen condiciones adecuadas de humedad, temperatura, nutrientes y disponibilidad de oxígeno. En snacks y productos procesados, el crecimiento de mohos y levaduras es uno de los problemas más frecuentes relacionados con almacenamiento prolongado (FAO, 2019).

La presencia de microorganismos no solo afecta las propiedades sensoriales del alimento, sino que también representa un riesgo para la salud del consumidor. Por esta razón, el control

microbiológico es considerado un aspecto esencial en la evaluación de la vida útil de productos alimenticios (Codex Alimentarius, 2018).

6.4 Empaque de alimentos

El empaque cumple una función fundamental en la conservación de alimentos, ya que actúa como barrera frente a factores externos como la humedad, el oxígeno, la luz y los microorganismos. Un sistema de empaque adecuado permite mantener las características fisicoquímicas y sensoriales del producto durante un mayor periodo de tiempo (FAO, 2012).

Existen diferentes métodos de empaque utilizados en la industria alimentaria. Entre los más comunes se encuentran el empaque con aire convencional y el empaque en atmósfera modificada. El aire convencional contiene aproximadamente 21 % de oxígeno, lo que puede favorecer procesos oxidativos y microbiológicos dentro del envase (Codex Alimentarius, 2018).

Por otro lado, la atmósfera modificada consiste en reemplazar parcial o totalmente el aire del empaque por gases específicos, como nitrógeno o dióxido de carbono, con el propósito de prolongar la vida útil del alimento. Esta tecnología ha sido ampliamente utilizada en productos cárnicos, frutas, vegetales y snacks debido a su capacidad para reducir procesos de deterioro (FAO, 2014).

6.5 Empaque con nitrógeno

El nitrógeno es un gas inerte utilizado en la industria alimentaria para desplazar el oxígeno presente dentro del empaque. Su uso permite disminuir la oxidación de grasas y reducir el crecimiento de microorganismos aerobios, favoreciendo la estabilidad y conservación del alimento (Bello Gutiérrez, 2000).

En snacks fritos, el uso de nitrógeno contribuye a mantener la textura y prevenir el enranciamiento oxidativo generado por el contacto del aceite con el oxígeno. Barrera-Arellano 1998 menciona que

la oxidación lipídica constituye uno de los principales mecanismos de deterioro en alimentos ricos en grasas, afectando negativamente el sabor, olor y calidad del producto.

La implementación de tecnologías de conservación más eficientes contribuye no solo a mantener la calidad de los alimentos, sino también a reducir las pérdidas y desperdicios generados a lo largo de la cadena alimentaria. En este contexto, el uso de estrategias que prolonguen la vida útil de los productos favorece un aprovechamiento más sostenible de los recursos y una mayor disponibilidad de alimentos para la población (HLPE, 2014).

6.6 Calidad e inocuidad alimentaria

La calidad alimentaria comprende el conjunto de características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales que hacen que un alimento sea apto para el consumo humano. Por su parte, la inocuidad se relaciona con la garantía de que el alimento no causará daño al consumidor cuando sea preparado o consumido de acuerdo con su uso previsto (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

En la industria de snacks, mantener la calidad e inocuidad durante el almacenamiento resulta fundamental para garantizar la aceptación del producto y cumplir con las normativas sanitarias vigentes. El uso de tecnologías de conservación, como el empaque con nitrógeno, representa una alternativa importante para disminuir pérdidas de calidad y mejorar la estabilidad microbiológica de los alimentos.

7. MARCO LEGAL

La presente investigación se fundamenta en diferentes normas nacionales e internacionales relacionadas con la inocuidad alimentaria, el procesamiento de alimentos, las condiciones sanitarias, los sistemas de empaque y la conservación de productos alimenticios. Estas disposiciones legales permiten establecer criterios técnicos y sanitarios aplicables a la evaluación de la vida útil de snacks empacados con aire convencional y atmósfera modificada con nitrógeno en la empresa Productos Vicky S.A.S.

La Ley 9 de 1979, conocida como el Código Sanitario Nacional, establece disposiciones generales relacionadas con la protección de la salud pública y el control sanitario de las actividades que puedan representar riesgos para la salud humana. En materia de alimentos, contempla aspectos relacionados con su producción, manipulación, almacenamiento, transporte y comercialización, con el propósito de prevenir la contaminación y proteger la salud de los consumidores.

Su relación con la presente investigación se encuentra en la necesidad de garantizar que los snacks evaluados sean procesados, empacados y almacenados bajo condiciones sanitarias adecuadas. Asimismo, constituye uno de los fundamentos legales de las disposiciones posteriores relacionadas con las buenas prácticas de manufactura y el control sanitario de los alimentos (Congreso de Colombia, 1979).

El Decreto 3075 de 1997, expedido por el Ministerio de Salud, reglamentó parcialmente la Ley 9 de 1979 y estableció disposiciones relacionadas con las condiciones sanitarias aplicables a la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos.

Esta norma contempla aspectos relacionados con las instalaciones, los equipos, los utensilios, el personal manipulador, las condiciones higiénicas y el control de los procesos de producción. En el contexto de esta investigación, sus disposiciones permiten reconocer la importancia de mantener condiciones adecuadas durante la elaboración y el empacado de los snacks.

No obstante, se debe tener en cuenta que varias de sus disposiciones fueron posteriormente desarrolladas, modificadas o reemplazadas por reglamentaciones sanitarias posteriores, entre ellas la Resolución 2674 de 2013. Por esta razón, el decreto se incorpora como antecedente normativo, mientras que la revisión de los requisitos sanitarios aplicables debe realizarse principalmente a partir de la regulación vigente (Ministerio de Salud, 1997).

La Resolución 2674 de 2013, expedida por el Ministerio de Salud y Protección Social, establece los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que desarrollan actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas para alimentos. La resolución contempla disposiciones relacionadas con las buenas prácticas de manufactura, las condiciones de higiene, las instalaciones, los equipos, el personal manipulador, el control de las operaciones y las condiciones sanitarias necesarias para prevenir la contaminación de los alimentos.

Esta norma es relevante para la presente investigación porque proporciona el marco sanitario para el procesamiento y empacado de los snacks objeto de estudio. Además, respalda la importancia de controlar las condiciones de higiene y almacenamiento durante la evaluación de variables relacionadas con la humedad, la calidad microbiológica y la conservación del producto (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). La Resolución 2674 de 2013 establece, entre otros aspectos, que las actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos deben desarrollarse bajo los principios de las buenas prácticas de manufactura.

La Resolución 2333 de 2023, determina la permanencia de reglamentos técnicos relacionados con la producción y procesamiento de alimentos y bebidas dentro de la cadena productiva en Colombia. Esta norma fortalece los lineamientos de calidad e inocuidad alimentaria aplicables a las empresas procesadoras de alimentos, promoviendo el cumplimiento de requisitos técnicos y sanitarios durante la elaboración, almacenamiento y comercialización de productos alimenticios (Ministerio de Salud y Protección Social, 2023).

El Reglamento (UE) 2017/2158, de la Comisión Europea establece medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos, especialmente en productos sometidos a procesos térmicos como fritura y horneado. Esta normativa es relevante para la investigación debido a que los snacks fritos pueden generar acrilamida durante su procesamiento. El reglamento promueve prácticas de control relacionadas con temperaturas de fritura, almacenamiento y manejo del producto para disminuir riesgos asociados a la salud del consumidor (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [AESAN], 2017).

La Norma ISO 22000:2018 establece los requisitos para los sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos aplicables a las organizaciones que participan en la cadena alimentaria. Su enfoque se relaciona con la identificación, evaluación y control de los peligros que pueden afectar la seguridad de los alimentos.

En el contexto de la presente investigación, esta norma sirve como referente técnico para comprender la importancia de establecer controles preventivos durante las etapas de procesamiento, empacado, almacenamiento y evaluación de los snacks. También permite relacionar la gestión de la inocuidad con la identificación de peligros microbiológicos y con la necesidad de mantener condiciones controladas durante la conservación del producto (International Organization for Standardization [ISO], 2018).

8. ESTADO DEL ARTE

A nivel nacional e internacional, diferentes investigaciones han estudiado la influencia del tipo de empaque, la humedad, la oxidación y las atmósferas modificadas sobre la vida útil de alimentos tipo snack, demostrando que estos factores influyen directamente en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los productos durante el almacenamiento.

En Colombia, Manizales, Hernández Montoya (2020) desarrolló un estudio sobre la vida útil de una masa de maíz amarillo para la elaboración de empanadas en la empresa Maquiempanadas. La investigación evaluó un total de 210 muestras de empanadas frescas y pre-fritas almacenadas en refrigeración a una temperatura promedio de 5,19 ± 0,79 °C durante 18 días. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos permitieron identificar el comportamiento poblacional de bacterias mesófilas durante el almacenamiento.

Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre la empanada sin freír y la pre-frita. En la empanada fresca, los recuentos de bacterias mesófilas aumentaron de 6,75 Log10 UFC/g en el día 1 hasta 9,46 Log10 UFC/g en el día 18, evidenciando un crecimiento microbiológico considerable durante el almacenamiento. Por otro lado, la empanada pre-frita presentó recuentos inferiores, pasando de 3,39 Log10 UFC/g en el primer día a 5,68 Log10 UFC/g en el día 18. La investigación concluyó que el proceso de fritura contribuye a disminuir parcialmente la carga microbiana del producto y ayuda a mejorar su estabilidad microbiológica durante la conservación. Este estudio aporta a la presente investigación porque evidencia la importancia del monitoreo microbiológico como indicador fundamental para determinar la vida útil de alimentos procesados, variable que también será evaluada en los snacks empacados con nitrógeno y aire convencional.

En Colombia, Palmira Valle del Cauca; Arboleda, Marín Gaviria, Marín Reina, Guevara y Rivera (2019) desarrollaron una propuesta de snack elaborado a partir de frutas autóctonas colombianas sometidas a un proceso de liofilización. La investigación tuvo como objetivo diseñar un producto con alto valor nutricional y mayor vida útil, empleando tecnologías de conservación y materiales de empaque que redujeran el impacto ambiental. Durante el estudio se analizaron aspectos

relacionados con la composición química, las características microbiológicas de las materias primas, la actividad acuosa y las condiciones de almacenamiento del producto.

Los resultados evidenciaron que la liofilización permitió disminuir significativamente la actividad acuosa hasta valores cercanos a 0,4, limitando el crecimiento microbiano y favoreciendo la conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales de las frutas. Asimismo, se diseñó un empaque con barreras frente al oxígeno y al vapor de agua para mejorar la estabilidad del producto durante el almacenamiento. Este estudio aporta a la presente investigación porque demuestra la importancia del control de la humedad, la actividad acuosa y las propiedades de barrera del empaque como factores determinantes en la conservación de alimentos tipo snack. Además, proporciona fundamentos sobre la relación entre las condiciones de almacenamiento, el crecimiento microbiano y la prolongación de la vida útil, variables que serán evaluadas en los snacks empacados con nitrógeno y aire convencional.

En Colombia, Manizales; Sarmiento Torres (2023) desarrolló una investigación orientada al diseño de un snack expandido de frutas sin adición de almidón, considerando las tendencias del mercado, las preferencias de los consumidores y los principios de la ingeniería de procesos. El estudio identificó los productos líderes del mercado y analizó las motivaciones y percepciones de los consumidores frente a los snacks expandidos. Posteriormente, se formuló un producto a base de harina de banano verde y concentrados de mango y maracuyá, el cual fue obtenido mediante procesos de extrusión y evaluado a través de análisis fisicoquímicos, texturales, capacidad antioxidante, compuestos bioactivos y pruebas de aceptación sensorial.

Los resultados permitieron obtener un snack expandido elaborado exclusivamente con materias primas frutales, con características de calidad comparables a las de productos comerciales. Asimismo, se evidenció que las condiciones de procesamiento influyen significativamente en las propiedades fisicoquímicas y texturales del producto final, aspectos determinantes para su aceptación por parte del consumidor. Este estudio aporta a la presente investigación porque proporciona información sobre las características fisicoquímicas y de calidad que deben conservar los productos tipo snack durante su almacenamiento. Además, destaca la importancia de evaluar parámetros relacionados con la estabilidad del producto, los cuales pueden verse afectados por

cambios de humedad y condiciones de conservación, variables que serán analizadas en la evaluación de la vida útil de snacks empacados con nitrógeno y aire convencional.

En Perú, Cipriani Villar (2016) desarrolló una investigación orientada a evaluar el efecto de dos materiales de empaque sobre el contenido de humedad de manzanas deshidratadas almacenadas en atmósfera controlada. El estudio comparó empaques de polipropileno orientado (OPP) y polipropileno metalizado (MetPP) bajo condiciones de 35 °C y 45 °C con 80 % de humedad relativa durante 10 días. Los resultados demostraron que el empaque metalizado presentó una menor tasa de transmisión de vapor de agua (WVTR), permitiendo una mejor conservación del producto y mayor estabilidad frente a la humedad. La investigación evidenció la importancia de seleccionar materiales de empaque con mejores propiedades de barrera para prolongar la vida útil de alimentos deshidratados. El aporte de esta investigación radica en demostrar que las propiedades de barrera del material de empaque influyen directamente en la conservación de la humedad del alimento, aspecto relevante para la presente tesis debido a que la humedad constituye una de las variables principales de evaluación de la vida útil de los snacks.

Posteriormente, en España, Fernández Salcedo (2017) realizó un estudio sobre la vida útil de un snack comercial de patata tipo “paja”, evaluando diferentes combinaciones de empaques y atmósferas protectoras durante 90 días de almacenamiento. La investigación analizó variables como humedad, índice de peróxidos, índice de acidez, oxígeno residual, microbiología y análisis sensorial. Los resultados mostraron que el envase metalizado con atmósfera protectora presentó el mejor comportamiento durante el almacenamiento, aumentando su humedad únicamente de 0,7 % a 1,7 %, mientras que el envase transparente sin atmósfera protectora alcanzó 2,9 % de humedad al final del estudio.

Asimismo, el índice de peróxidos en el envase metalizado con atmósfera protectora alcanzó únicamente 4 meqO2/kg a los 90 días, mientras que el envase transparente sin atmósfera modificada llegó a 18 meqO2/kg, evidenciando una mayor rancidez oxidativa por la presencia de oxígeno. En cuanto al análisis microbiológico, todas las muestras permanecieron dentro de los límites permitidos para Salmonella spp., Escherichia coli, Staphylococcus aureus y Enterococcus. Desde el punto de vista sensorial, el snack empacado en atmósfera protectora con envase

metalizado conservó mejor el olor, sabor y textura crujiente durante los tres meses de estudio. Este antecedente aporta directamente a la presente investigación, ya que demuestra la efectividad de las atmósferas protectoras para prolongar la vida útil de snacks, proporcionando una base técnica para comparar el comportamiento de productos empacados con nitrógeno frente a aquellos empacados con aire convencional.

En Ecuador, Jarrín Moreira (2018) evaluó la incidencia de dos tipos de empaques primarios sobre la vida útil de un snack cárnico tipo beef jerky. La investigación utilizó empaques BOPP mate metalizado PEBD transparente y papel kraft BOPP metal PEBD transparente, almacenando las muestras a temperaturas de 4 °C, 18 °C y 40 °C. Los análisis microbiológicos reportaron ausencia de Salmonella spp. y E. coli en todos los tratamientos evaluados. Sin embargo, se observó proliferación de mohos y levaduras relacionada principalmente con la temperatura y el tiempo de almacenamiento.

En cuanto a las variables fisicoquímicas, la humedad fue el único parámetro que presentó diferencias significativas entre los empaques. El material BOPP mate metalizado PEBD transparente mostró mejores propiedades de barrera a la humedad y permitió conservar la textura del snack hasta por 90 días, mientras que el empaque PET utilizado como testigo solo conservó adecuadamente el producto durante 30 días. Estos resultados resaltan la importancia del tipo de empaque en la conservación de snacks y productos cárnicos deshidratados. El aporte de este estudio consiste en evidenciar la relación existente entre el tipo de empaque, el contenido de humedad y el crecimiento microbiano, factores que constituyen precisamente las variables de análisis de la presente investigación.

Más adelante, en Perú, Benavides Grandez y Campos Martínez (2021) realizaron una investigación sobre el efecto de aditivos y secado convectivo en los carotenoides totales de snacks de lúcuma. El estudio concluyó que los aditivos alimentarios actuaron como agentes protectores de los carotenoides, permitiendo conservar el valor nutricional del producto incluso después del secado. Además, se demostró que el secado convectivo representa una alternativa accesible para la elaboración de snacks con buena estabilidad y calidad nutricional. Este trabajo aporta a la presente tesis al resaltar la importancia de las condiciones de procesamiento en la estabilidad y conservación

de los snacks, aspectos que influyen directamente en su comportamiento durante el almacenamiento y en la determinación de su vida útil.

Finalmente, en México, Zarate Aguilar (2025) desarrolló una investigación enfocada en la modificación de un equipo comercial para la generación doméstica de nitrógeno aplicado a la conservación de alimentos. El estudio destacó que el nitrógeno desplaza el oxígeno dentro de los empaques, inhibiendo el crecimiento de microorganismos y disminuyendo los procesos de oxidación responsables del deterioro alimentario. Asimismo, la investigación propuso adaptar tecnologías de separación por membranas y ósmosis inversa para facilitar la producción de nitrógeno de alta pureza en aplicaciones domésticas, promoviendo sistemas de conservación más eficientes y sostenibles. Este antecedente constituye uno de los aportes más relevantes para la presente investigación, debido a que fundamenta científicamente el uso del nitrógeno como estrategia de conservación de alimentos y respalda la hipótesis de que los snacks empacados con este gas pueden presentar una mayor vida útil, menor absorción de humedad y menor crecimiento microbiano en comparación con aquellos empacados con aire convencional.

En conjunto, las investigaciones desarrolladas en Perú, España, Ecuador, Colombia y México evidencian que factores como el tipo de empaque, la humedad, el oxígeno residual y las atmósferas modificadas influyen significativamente en la vida útil de los alimentos. Los resultados demuestran que los empaques metalizados y el uso de nitrógeno permiten mejorar la conservación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los snacks, reduciendo el deterioro oxidativo y prolongando la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

9. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en esta investigación proporcionó un enfoque estructurado y sistemático para evaluar la vida útil de snacks empacados con aire convencional y con atmósfera modificada mediante nitrógeno. Se establecieron etapas organizadas relacionadas con la preparación de las muestras, el almacenamiento controlado, el seguimiento fisicoquímico, microbiológico y sensorial, así como el análisis comparativo de ambos sistemas de empacado, permitiendo obtener resultados confiables, reproducibles y comparables.

Este enfoque metodológico permitió analizar el comportamiento de los snacks durante un período de almacenamiento superior a cinco meses, evaluando variables relacionadas con el contenido de humedad, crecimiento microbiológico y cambios organolépticos. Gracias a ello, fue posible generar evidencia sobre la efectividad del nitrógeno como método de conservación frente al aire convencional, especialmente en la estabilidad del producto y el mantenimiento de sus características de calidad.

Asimismo, los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales permitieron determinar cuál sistema de empacado conservó de manera más eficiente atributos como textura, sabor, olor, color y estabilidad microbiológica del snack. Este proceso investigativo aportó información relevante para la industria alimentaria, particularmente en el área de conservación de productos tipo snack mediante tecnologías de atmósfera modificada.

9.1 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un carácter experimental, aplicado y un alcance descriptivo-comparativo. Este enfoque permitió recolectar, organizar y analizar datos relacionados con el comportamiento de snacks empacados mediante dos sistemas de conservación: aire convencional y atmósfera modificada con nitrógeno. El enfoque cuantitativo se fundamentó en la medición de variables fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante el periodo de almacenamiento establecido. Entre las variables evaluadas se incluyeron el contenido de humedad, los parámetros microbiológicos analizados y las características sensoriales del producto

Los datos obtenidos fueron organizados mediante tablas y gráficos, utilizando principalmente herramientas de estadística descriptiva, tales como promedios, porcentajes y comparación de los resultados registrados en los dos tratamientos. Esto permitió describir las variaciones observadas durante el almacenamiento, sin afirmar la existencia de diferencias estadísticamente significativas, debido a que no se aplicaron pruebas de estadística inferencial.

La evaluación sensorial se realizó como una técnica complementaria para valorar los cambios percibidos en las características organolépticas de los snacks, entre ellas la textura, el sabor, el olor y el color. Los resultados de esta prueba fueron registrados y analizados de forma cuantitativa, de acuerdo con la escala o instrumento utilizado. Por tanto, la prueba sensorial no se consideró un enfoque cualitativo, sino una fuente adicional de datos para comparar el comportamiento de los productos sometidos a los dos sistemas de empacado.

El carácter experimental de la investigación se relacionó con la evaluación de dos tratamientos: snacks empacados con aire convencional y snacks empacados con atmósfera modificada mediante nitrógeno. La variable independiente correspondió al sistema de empacado, mientras que las variables dependientes estuvieron relacionadas con la humedad, los resultados microbiológicos y las características sensoriales del producto.

Cabe resaltar que, el estudio permitió describir y comparar el comportamiento de los snacks bajo ambos sistemas de conservación durante el periodo de almacenamiento definido, identificando las variaciones observadas en las variables evaluadas.

9.2 Alcance de la investigación

La investigación tuvo un alcance descriptivo y comparativo, debido a que permitió analizar el comportamiento de snacks tipo papa lisa sabor pollo empacados mediante dos sistemas de conservación: aire convencional y atmósfera modificada con nitrógeno, durante un periodo de almacenamiento de seis meses.

El alcance descriptivo permitió registrar, organizar y analizar los resultados obtenidos en las variables evaluadas durante el almacenamiento, relacionadas con el contenido de humedad, los parámetros microbiológicos y las características sensoriales del producto. De esta manera, se describieron las variaciones observadas en cada tratamiento y su comportamiento a lo largo del periodo experimental.

Por su parte, el alcance comparativo permitió contrastar los resultados correspondientes a los snacks empacados con aire convencional (tratamiento T1) y aquellos empacados con atmósfera modificada mediante nitrógeno (tratamiento T2). Esta comparación permitió identificar las diferencias observadas entre ambos sistemas de empacado en relación con las variables analizadas.

Desde este punto de vista, el estudio permitió establecer una descripción del comportamiento fisicoquímico, microbiológico y sensorial de los snacks bajo las condiciones de almacenamiento evaluadas. Sin embargo, los resultados se interpretaron de acuerdo con las mediciones realizadas y no implicaron, por sí solos, la determinación definitiva de la vida útil comercial del producto, debido a que esta requiere establecer previamente criterios específicos de aceptación o de finalización de la vida útil.

A través de este proceso se identificó el método de empacado que presentó mejores condiciones para conservar la calidad e inocuidad del producto, especialmente en aspectos relacionados con humedad, rancidez, estabilidad microbiológica y aceptación sensorial (HLPE 2014).

9.3 Diseño de investigación

La investigación se desarrolló mediante un diseño experimental comparativo, orientado a evaluar el comportamiento de snacks tipo papa lisa sabor pollo empacados mediante dos sistemas de conservación; aire convencional y atmósfera modificada con nitrógeno.

Se establecieron dos tratamientos experimentales:

- T1: snacks empacados con aire convencional.

- T2: snacks empacados con atmósfera modificada mediante nitrógeno.

La variable independiente correspondió al sistema de empacado, mientras que las variables dependientes estuvieron relacionadas con el contenido de humedad, los resultados microbiológicos y las características sensoriales de los snacks.

Las unidades de estudio pertenecieron al mismo lote de producción, con el propósito de mantener condiciones iniciales homogéneas y reducir posibles variaciones asociadas a la elaboración del producto. A partir de ahí, las muestras fueron distribuidas entre los dos tratamientos y almacenadas durante un periodo de seis meses.

Durante el periodo experimental se realizaron las evaluaciones definidas para cada variable. El contenido de humedad y las características sensoriales se analizaron de acuerdo con el cronograma establecido para el almacenamiento. A su vez, los análisis microbiológicos se efectuaron al inicio y al final del periodo de evaluación, con el propósito de comparar las condiciones microbiológicas de los productos en ambos momentos.

Los resultados obtenidos fueron organizados y comparados entre los dos tratamientos. El análisis permitió describir las variaciones observadas en el contenido de humedad, el comportamiento microbiológico y las características sensoriales de los snacks empacados con aire convencional y con nitrógeno.

Se resalta que, el diseño permitió comparar el comportamiento de los dos sistemas de empacado bajo las condiciones específicas del estudio. No obstante, las conclusiones se establecieron a partir de los resultados efectivamente obtenidos y del análisis descriptivo realizado, sin afirmar diferencias estadísticamente significativas cuando no se aplicaron pruebas de estadística inferencial.

9.4 Población y muestra

La investigación se desarrolló en la empresa Productos Vicky S.A.S., lugar donde se realizó la elaboración, el empacado, el almacenamiento y la evaluación de las muestras objeto de estudio.

La muestra estuvo conformada por treinta y dos (32) unidades de snacks tipo papa lisa sabor pollo, de 115 g cada una, seleccionadas de un mismo lote de producción. Estas unidades fueron distribuidas en dos tratamientos experimentales:

- Tratamiento T1: 16 unidades empacadas con aire convencional.
- Tratamiento T2: 16 unidades empacadas con atmósfera modificada mediante nitrógeno.

La selección de las muestras pertenecientes a un mismo lote tuvo como finalidad mantener condiciones iniciales homogéneas del producto y reducir las variaciones relacionadas con el proceso de elaboración. Posteriormente, las 32 unidades fueron almacenadas durante un periodo de seis meses, bajo las condiciones establecidas para el desarrollo de la investigación.

Cada unidad fue considerada una muestra independiente dentro del tratamiento correspondiente. Por tanto, el estudio contó con 16 unidades experimentales para el tratamiento T1 y 16 unidades experimentales para el tratamiento T2. No se realizaron mediciones por duplicado ni réplicas técnicas adicionales; las evaluaciones se efectuaron sobre las unidades seleccionadas de acuerdo con los procedimientos definidos para cada variable.

La muestra total estuvo constituida por 32 unidades de producto terminado, distribuidas equitativamente entre los dos sistemas de empacado, con el propósito de comparar su comportamiento durante el periodo de almacenamiento establecido.

9.5 Hipótesis

- **Hipótesis de investigación (Hi):**

Los snacks empacados mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2) presentan una mayor estabilidad fisicoquímica y sensorial durante el almacenamiento en comparación con los snacks empacados con aire convencional.

- **Hipótesis nula (H_0):**

Los snacks empacados mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2) no presentan un comportamiento diferente en términos de estabilidad fisicoquímica y sensorial durante el almacenamiento en comparación con los snacks empacados con aire convencional.

La evaluación microbiológica se consideró como un componente de verificación de la estabilidad e inocuidad del producto, a partir de las determinaciones realizadas al inicio y al final del periodo de almacenamiento.

9.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de la información se emplearon técnicas e instrumentos asociados con las variables fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas evaluadas durante el desarrollo de la investigación.

- **Determinación del contenido de humedad.**

Para la evaluación del contenido de humedad se utilizaron los procedimientos establecidos por el laboratorio de calidad de Productos Vicky S.A.S. Las determinaciones se realizaron mediante los equipos disponibles para el análisis del contenido de humedad, específicamente termobalanza y analizador de infrarrojo cercano (NIR). Los resultados obtenidos fueron registrados en los

formatos de control correspondientes y posteriormente organizados en una base de datos para su análisis.

- **Evaluación sensorial.**

La evaluación sensorial se realizó con la participación de diez (10) personas, quienes evaluaron las muestras correspondientes a los dos tratamientos: snacks empacados con aire convencional y snacks empacados mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2).

Para la valoración se empleó una escala hedónica de diez (10) puntos, comprendida entre 1 y 10, mediante la cual los participantes calificaron las características sensoriales de las muestras. Los atributos evaluados fueron aspecto, color, olor, textura y sabor.

Las evaluaciones se realizaron durante los diferentes momentos establecidos para el seguimiento del producto durante el almacenamiento. Los resultados fueron registrados para cada tratamiento y periodo de evaluación, permitiendo establecer comparaciones descriptivas entre los sistemas de empaque.

Adicionalmente, se realizó una prueba de preferencia entre las muestras de los dos tratamientos y se registró la intención de compra de los participantes mediante la escala establecida en el instrumento de evaluación. La información obtenida fue organizada de acuerdo con el tratamiento y el periodo correspondiente.

- **Análisis microbiológico.**

La información microbiológica se obtuvo a partir de los análisis realizados por ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S. Las determinaciones incluyeron mohos y levaduras, *Salmonella spp. y Escherichia coli.*

Los análisis microbiológicos se realizaron en dos momentos del estudio: al inicio y al final del periodo de almacenamiento. Los resultados emitidos por el laboratorio fueron registrados y

organizados de acuerdo con el tratamiento y el momento de evaluación correspondiente, para posteriormente realizar su interpretación y comparación.

- **Observación**

Se incorporó la técnica de observación no participativa para registrar comportamientos y dinámicas en el contexto natural del estudio. Se utiliza como instrumento una guía de observación estructurada con categorías previamente definidas. Flick (2019) sostiene que la observación es útil para captar elementos no verbales y situacionales que enriquecen la interpretación de los datos, especialmente en contextos sociales.

9.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos durante el desarrollo experimental fueron registrados, organizados y procesados mediante Microsoft Excel. El procesamiento de la información se realizó de manera diferenciada de acuerdo con la naturaleza de cada variable evaluada.

- **Análisis del contenido de humedad.**

Los resultados obtenidos para cada tratamiento y tiempo de almacenamiento fueron organizados en tablas de datos. Para describir el comportamiento del contenido de humedad se calcularon valores promedio, valores mínimo y máximo, rango, incremento absoluto y variación porcentual respecto al valor inicial.

La variación porcentual del contenido de humedad se calculó tomando como referencia el valor inicial de cada tratamiento, mediante la siguiente expresión:

$$Variación\ porcentual\ (\%) = \frac{Valor\ Final - Valor\ inicial}{Valor\ inicial}\ x\ 100$$

Los resultados fueron representados mediante tablas y gráficos comparativos, con el propósito de identificar tendencias en el comportamiento de los tratamientos durante el periodo de almacenamiento.

- **Análisis de las características sensoriales**.

Los datos correspondientes a los atributos de aspecto, color, olor, textura y sabor fueron organizados por tratamiento y tiempo de evaluación. Para cada atributo se calcularon y compararon las calificaciones promedio obtenidas en los dos sistemas de empaque. Asimismo, se organizaron los resultados correspondientes a la prueba de preferencia y a la intención de compra, permitiendo comparar el comportamiento de los dos tratamientos durante el periodo evaluado.

La interpretación de los resultados sensoriales se realizó mediante un análisis descriptivo de las variaciones observadas entre tratamientos y a través del tiempo. En consecuencia, las diferencias encontradas se interpretaron como diferencias o tendencias descriptivas y no como diferencias estadísticamente significativas, debido a que en el estudio no se aplicó una prueba estadística inferencial para determinar significancia.

- **Análisis microbiológico.**

Los resultados microbiológicos se organizaron de acuerdo con el tratamiento y el momento de análisis. Se compararon los resultados obtenidos al inicio y al final del periodo de almacenamiento para mohos, levaduras, *Salmonella spp*. y *Escherichia coli.*

Para mohos, levaduras y *Escherichia coli* se consideraron los valores reportados por el laboratorio y sus respectivos límites de cuantificación. Para *Salmonella spp*. se consideró el resultado correspondiente a presencia o ausencia en la cantidad de muestra analizada.

La interpretación se realizó de manera descriptiva, considerando los resultados obtenidos en cada tratamiento y su correspondencia con los criterios microbiológicos utilizados en el estudio.

- **Presentación de los resultados.**

Finalmente, la información procesada se presentó mediante tablas y figuras, acompañadas de una interpretación descriptiva orientada a establecer el comportamiento de los tratamientos y su relación con la estabilidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica del producto durante el almacenamiento.

9.8 Actividades realizadas

9.8.1 Examen de la variación en el contenido de humedad del producto

- **Actividad 1. Preparación y selección de las muestras experimentales**

Como primera etapa del estudio se realizó la selección de treinta y dos (32) unidades de snack tipo papa lisa sabor pollo, todas pertenecientes al mismo lote de producción con el propósito de garantizar condiciones homogéneas durante el desarrollo de la investigación. Posteriormente, las muestras se distribuyeron en dos tratamientos experimentales: dieciséis unidades empacadas con aire convencional y dieciséis unidades empacadas mediante atmósfera modificada con nitrógeno. Esta distribución permitió comparar el comportamiento de ambos sistemas de empaque bajo las mismas condiciones de almacenamiento, reduciendo la influencia de factores externos sobre los resultados obtenidos. Una vez clasificadas, las muestras fueron identificadas y codificadas para asegurar su trazabilidad durante todo el periodo experimental.

- **Actividad 2. Almacenamiento controlado de las muestras**

Las unidades experimentales fueron almacenadas en condiciones controladas de temperatura y ambiente durante un periodo superior a cinco meses, procurando mantener constantes las variables externas que pudieran afectar el comportamiento del producto. Durante este tiempo se estableció un cronograma de seguimiento para realizar evaluaciones periódicas del contenido de humedad en cada tratamiento. El almacenamiento controlado permitió observar la evolución natural del

producto y determinar el efecto del sistema de empaque sobre su estabilidad fisicoquímica a lo largo del tiempo.

- **Actividad 3. Determinación periódica del contenido de humedad**

En cada uno de los tiempos definidos dentro del cronograma experimental se realizaron análisis del contenido de humedad de las muestras pertenecientes a ambos tratamientos. Las determinaciones se efectuaron siguiendo los procedimientos establecidos por el laboratorio de calidad de la empresa, utilizando equipos previamente calibrados y aplicando los protocolos internos para garantizar la confiabilidad de las mediciones. Cada análisis se ejecutó por duplicado con el fin de minimizar errores experimentales y obtener datos consistentes para su posterior procesamiento estadístico.

- **Actividad 4. Registro, organización y análisis de la información**

Los valores obtenidos durante cada evaluación fueron registrados en formatos de control diseñados para la investigación y posteriormente consolidados en una base de datos en Microsoft Excel. A partir de esta información se elaboraron tablas y gráficos comparativos que permitieron analizar la variación del contenido de humedad entre los snacks empacados con aire convencional y aquellos empacados con nitrógeno. Finalmente, se realizó la interpretación de los resultados considerando la estabilidad fisicoquímica del producto durante el almacenamiento y el comportamiento observado en cada tratamiento.

9.8.2 Análisis de los cambios en las características sensoriales

- **Actividad 1. Definición de los atributos sensoriales**

Se establecieron los atributos sensoriales utilizados para valorar el comportamiento de los snacks durante el almacenamiento. Los atributos seleccionados fueron aspecto, color, olor, textura y sabor, debido a su relación con la aceptación del producto por parte de los consumidores.

- **Actividad 2. Aplicación de la evaluación sensorial**

La evaluación sensorial se realizó durante los diferentes momentos establecidos para el almacenamiento del producto, considerando los dos tratamientos experimentales: empaque con aire convencional y empaque con atmósfera modificada mediante nitrógeno (N_2).

En cada evaluación participaron diez (10) personas. Los participantes calificaron las muestras mediante una escala hedónica de 1 a 10 puntos para cada uno de los atributos sensoriales establecidos.

La evaluación permitió identificar cambios en las características organolépticas del producto durante el almacenamiento, particularmente en aspecto, color, olor, textura y sabor.

- **Actividad 3. Registro de la información**

Las calificaciones asignadas por los participantes fueron registradas en el instrumento de evaluación sensorial y posteriormente organizadas en una base de datos en Microsoft Excel, diferenciando el tratamiento y el periodo de evaluación.

También se registró la preferencia de los participantes entre los dos tratamientos y la intención de compra, con el propósito de complementar la valoración de aceptación del producto.

- **Actividad 4. Procesamiento e interpretación**

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva. Para cada atributo sensorial se determinaron y compararon las calificaciones promedio correspondientes a cada tratamiento y periodo de almacenamiento.

La información obtenida permitió identificar tendencias en la aceptación sensorial y establecer diferencias descriptivas entre los snacks empacados con aire convencional y aquellos empacados con nitrógeno.

9.8.3 Establecimiento del comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento

- **Actividad 1. Definición de los análisis microbiológicos**

Se establecieron los análisis microbiológicos requeridos para evaluar las condiciones del producto durante el periodo de almacenamiento. Las determinaciones incluyeron mohos y levaduras, *Salmonella spp.* y *Escherichia coli*. A diferencia de las evaluaciones de humedad y sensoriales, los análisis microbiológicos se realizaron en dos momentos del estudio: al inicio y al final del periodo de almacenamiento de seis meses.

- **Actividad 2. Selección y envío de las muestras**

Para cada uno de los dos momentos establecidos se seleccionaron las muestras correspondientes a los tratamientos con aire convencional y atmósfera modificada mediante nitrógeno (N_2). Las muestras fueron remitidas para su análisis microbiológico a ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S., laboratorio encargado de realizar las determinaciones correspondientes bajo sus procedimientos analíticos establecidos.

- **Actividad 3. Determinación microbiológica**

En el laboratorio se realizaron las determinaciones correspondientes a mohos y levaduras, *Salmonella spp*. y *Escherichia coli*. Los resultados fueron reportados de acuerdo con la naturaleza de cada análisis. Para mohos, levaduras y *Escherichia coli* se registraron los recuentos microbiológicos reportados por el laboratorio, mientras que para *Salmonella spp*. se consideró el resultado correspondiente a presencia o ausencia en la cantidad de muestra analizada.

- **Actividad 4. Organización e interpretación de los resultados**

Los resultados microbiológicos fueron organizados en tablas diferenciando el tratamiento y el momento de evaluación, es decir, inicio y final del periodo de almacenamiento.

Asimismo, los resultados fueron comparados con los criterios microbiológicos establecidos para el producto y utilizados en el estudio. La interpretación se realizó de manera descriptiva, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en ambos momentos de análisis.

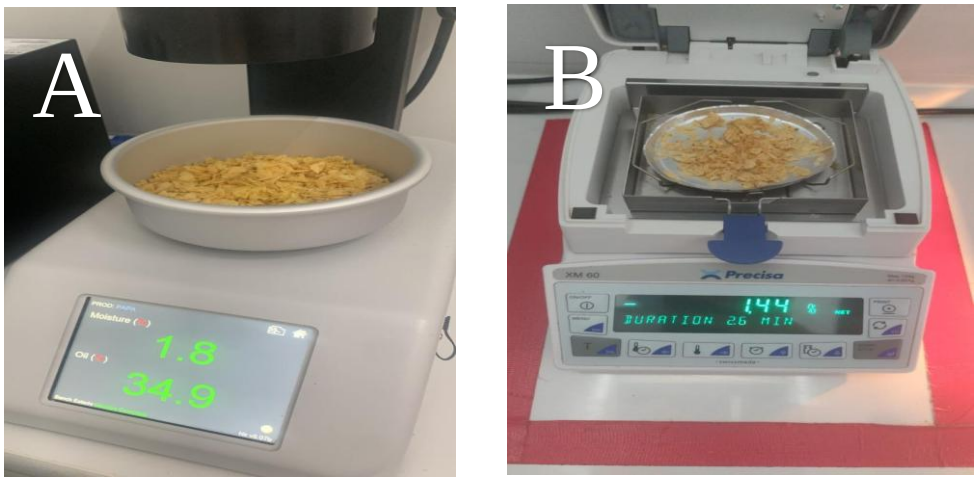
10. RESULTADOS

10.1 Examen de la variación en el contenido de humedad del producto bajo ambos sistemas de empaque como indicador de estabilidad fisicoquímica durante el almacenamiento.

10.1.1 Variación del contenido de humedad durante el almacenamiento

El contenido de humedad constituye uno de los principales indicadores de estabilidad fisicoquímica en alimentos deshidratados y fritos, debido a su influencia sobre la textura, la crocancia, la estabilidad en la oxidación y la vida útil del producto. En snacks de baja actividad de agua, pequeñas variaciones en la humedad pueden modificar la estructura del alimento y favorecer cambios sensoriales durante el almacenamiento. Por esta razón, se realizó el seguimiento del contenido de humedad durante seis meses con el propósito de comparar el comportamiento de dos sistemas de empaque: atmósfera modificada con nitrógeno (tratamiento 231) y aire convencional (tratamiento 457). La determinación de la humedad se efectuó mediante termobalanza y un analizador de infrarrojo cercano (NIR), utilizando ambos equipos para verificar los resultados obtenidos durante las diferentes etapas del almacenamiento.

Ilustración 1. Equipos de análisis de humedad



Fuente: Elaboración propia 2026; (A) Analizador de infrarrojo (NIR), (B) analizador de termobalanza

Durante el periodo de almacenamiento de seis meses se evaluó el contenido de humedad de los snacks empacados mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2) y de aquellos empacados con aire convencional. Los resultados obtenidos en los diferentes momentos de evaluación se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Contenido de humedad (%) durante el almacenamiento

Mes	Tratamiento 231 (N_2)	Tratamiento 457 (Aire)	Diferencia (%)
0	1,42	1,42	0,00
1	1,39	1,34	0,05
2	1,48	1,44	0,04
3	1,50	1,50	0,00
4	1,70	1,70	0,00
5	1,70	1,80	0,10
6	1,90	2,14	0,24

Fuente: Elaboración propia 2026

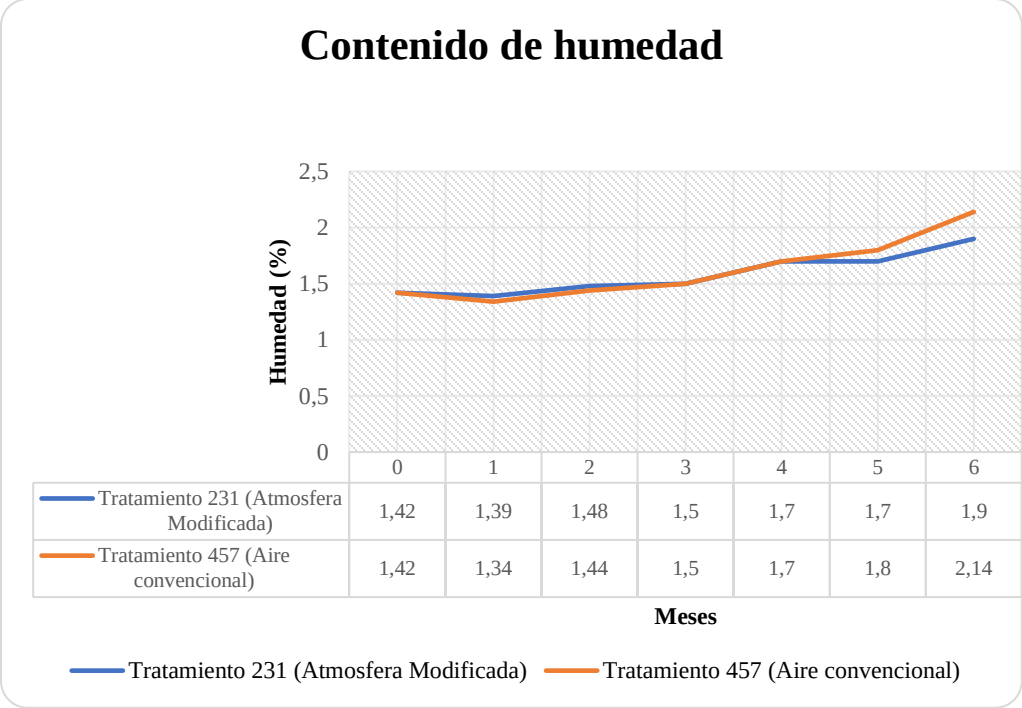
Los resultados muestran que ambos tratamientos presentaron un incremento del contenido de humedad durante el almacenamiento. En el tratamiento con atmósfera modificada mediante nitrógeno, el contenido de humedad pasó de 1,42 % al inicio a 1,90 % al sexto mes, lo que representa un incremento absoluto de 0,48 puntos porcentuales y una variación relativa del 33,80 %.

En el tratamiento empacado con aire convencional, el contenido de humedad aumentó de 1,42 % a 2,14 %, correspondiente a un incremento absoluto de 0,72 puntos porcentuales y una variación relativa del 50,70 %.

Durante los primeros cuatro meses se observaron valores cercanos entre los dos tratamientos. A partir del quinto mes se presentó una mayor separación entre los valores registrados, la cual alcanzó 0,24 puntos porcentuales al sexto mes.

De acuerdo con estos resultados descriptivos, el tratamiento con nitrógeno presentó un menor incremento acumulado del contenido de humedad respecto al tratamiento con aire convencional durante el periodo evaluado. Este comportamiento puede asociarse con una menor modificación de esta variable bajo las condiciones de almacenamiento estudiadas.

Figura 1. Variación del contenido de humedad durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026

La figura 1 nos muestra que ambos tratamientos mantuvieron un comportamiento semejante durante los primeros cuatro meses de almacenamiento. Sin embargo, a partir del quinto mes las curvas comienzan a divergir, observándose una pendiente más pronunciada en el tratamiento empacado con aire convencional.

El tratamiento 231 (Atmosfera modificada) presentó una evolución gradual y controlada del contenido de humedad, mientras que el tratamiento 457 (Aire convencional) registró un incremento más acelerado al final del periodo evaluado. Este comportamiento sugiere que la atmósfera modificada actuó como una barrera adicional frente a la absorción de humedad,

contribuyendo a preservar las características fisicoquímicas del snack durante un periodo más prolongado.

Estos hallazgos coinciden con lo reportado por FAO (2018), donde se señala que los alimentos de baja actividad de agua son altamente sensibles a la absorción de humedad durante el almacenamiento. El documento indica que incluso pequeños incrementos en el contenido de agua pueden afectar la textura, disminuir la crocancia y acelerar las reacciones de deterioro, especialmente cuando el sistema de empaque no proporciona una barrera suficiente frente al vapor de agua.

De manera similar, Institute of Food Technologists destaca que la atmósfera modificada constituye una estrategia eficaz para preservar la calidad de alimentos listos para el consumo, especialmente cuando se combina con materiales de empaque de baja permeabilidad. Según esta organización, el empleo de nitrógeno reduce la exposición del producto al oxígeno y contribuye a mantener sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales durante el almacenamiento, prolongando su vida útil sin alterar sus características originales.

Los resultados también muestran coherencia con lo descrito por Food Packaging: Principles and Practice de Robertson (2013), quien explica que la estabilidad de un alimento empacado depende tanto de la composición de la atmósfera interna como de las propiedades de barrera del material de empaque. El autor señala que, aunque el nitrógeno no impide directamente la migración del vapor de agua, la reducción del oxígeno y la adecuada selección del envase favorecen un ambiente más estable, disminuyendo la velocidad de las reacciones de deterioro y contribuyendo a conservar la calidad del producto durante periodos prolongados de almacenamiento.

La evidencia obtenida demuestra que el empleo de atmósfera modificada permitió reducir la absorción de humedad durante el almacenamiento y favoreció la conservación de las propiedades fisicoquímicas del producto. Estos resultados respaldan el uso de esta tecnología como una alternativa eficaz para prolongar la vida útil de snacks fritos, manteniendo su estabilidad y aceptabilidad por parte del consumidor.

10.1.2 Variación porcentual del contenido de humedad

Con el propósito de complementar la comparación del contenido de humedad, se calculó la variación porcentual de cada tratamiento respecto al valor registrado al inicio del almacenamiento. Este cálculo permitió expresar el cambio de humedad de cada tratamiento en términos relativos.

La variación porcentual se determinó mediante la siguiente expresión:

$$Variación\ porcentual\ (\%) = \frac{Valor\ Final - Valor\ inicial}{Valor\ inicial}\ x\ 100$$

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Variación porcentual del contenido de humedad respecto al valor inicial

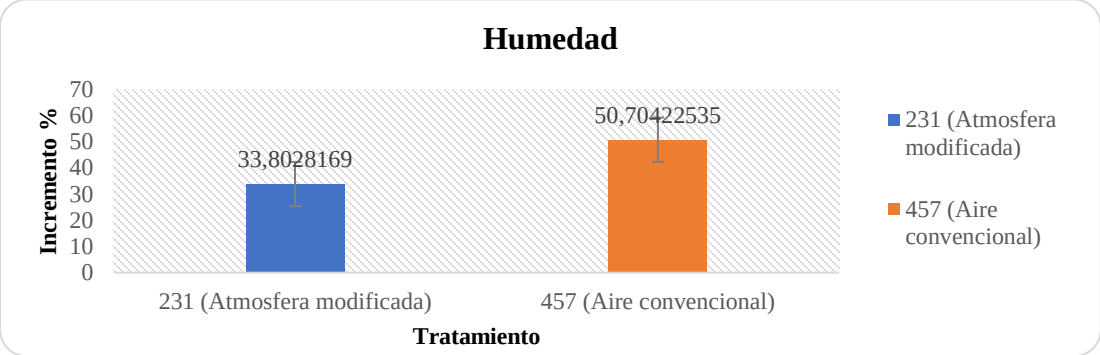
Mes	Tratamiento 231 (Atmosfera modificada N_2)	Variación (%)	Tratamiento 457 (Aire Convencional)	Variación (%)
0	1,42	0,00	1,42	0,00
1	1,39	-2,11	1,34	-5,63
2	1,48	4,23	1,44	1,41
3	1,50	5,63	1,50	5,63
4	1,70	19,72	1,70	19,72
5	1,70	19,72	1,80	26,76
6	1,90	**33,80**	2,14	**50,70**

Fuente: Elaboración propia 2026

Los resultados muestran que ambos tratamientos presentaron una disminución inicial del contenido de humedad durante el primer mes, seguida de un incremento progresivo en los periodos posteriores. En el tratamiento con nitrógeno, la variación pasó de -2,11 % en el primer mes a 33,80 % al sexto mes. Por su parte, el tratamiento empacado con aire convencional presentó una variación de -5,63 % en el primer mes y alcanzó 50,70 % al sexto mes.

A partir del quinto mes se observa una mayor diferencia entre los tratamientos. En este momento, el tratamiento con nitrógeno presentó una variación de 19,72 %, mientras que el tratamiento con aire convencional alcanzó 26,76 %. Al sexto mes, las variaciones fueron de 33,80 % y 50,70 %, respectivamente. Estos resultados indican que el tratamiento con nitrógeno presentó un menor incremento relativo del contenido de humedad durante el periodo evaluado. La diferencia entre ambos tratamientos fue más evidente en los últimos meses de almacenamiento.

Figura 2. Comparación del incremento final de humedad entre los tratamientos 231 (atmósfera modificada) y 457 (aire convencional).



Fuente: Elaboración propia 2026

La Figura 2 nos muestra el incremento del porcentaje del contenido de humedad registrado al finalizar los seis meses de almacenamiento para los dos sistemas de empaque evaluados. Ambos tratamientos presentaron un aumento progresivo de humedad respecto al valor inicial; sin embargo, el comportamiento fue diferente en función del tipo de empaque utilizado.

El tratamiento 231, correspondiente al empaque con atmósfera modificada (nitrógeno), registró un incremento acumulado del 33,80 %, mientras que el tratamiento 457, empacado con aire convencional, alcanzó un incremento del 50,70 %. Esta diferencia de 16,90 puntos porcentuales evidencia que el producto almacenado en aire convencional absorbió una mayor cantidad de humedad durante el periodo de evaluación.

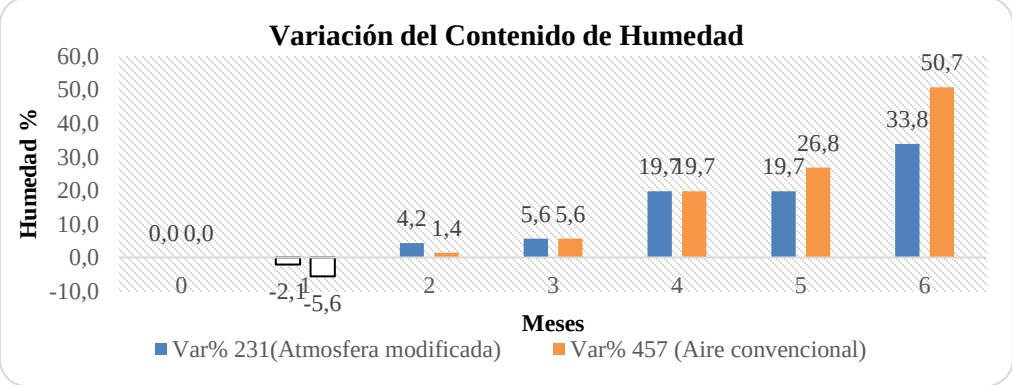
Este comportamiento nos evidencia que el sistema de empaque con atmósfera modificada proporcionó una mejor conservación de la estabilidad fisicoquímica del snack, al reducir la velocidad de incorporación de humedad durante el almacenamiento. Aunque ambos tratamientos mantuvieron valores de humedad compatibles con la estabilidad del producto, la menor variación observada en el tratamiento 231 favorece la preservación de propiedades como la crocancia y la firmeza, atributos que posteriormente se reflejaron en una mejor evaluación sensorial.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del contenido de humedad

Estadístico	Tratamiento 231(Atmosfera modificada)	Tratamiento 457 (Aire convencional)
Valor inicial (%)	1,42	1,42
Valor final (%)	1,90	2,14
Incremento absoluto (%)	0,48	0,72
Incremento relativo (%)	33,80	50,70
Promedio (%)	**1,58**	**1,62**
Valor mínimo (%)	1,39	1,34
Valor máximo (%)	1,90	2,14
Rango (%)	0,51	0,80

Fuente: Elaboración propia 2026

Figura 3. Variación porcentual acumulada del contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia 2026

La tabla 3 conjunto a la figura 3, nos muestra cada uno de los comportamientos estadísticos descriptivos de los tratamientos, además, nos indica que ambos tratamientos presentaron promedios similares de humedad durante el almacenamiento, el tratamiento 231 registró un menor incremento absoluto y un rango de variación más reducido. Esto evidencia un comportamiento más uniforme y una mayor estabilidad fisicoquímica frente al tratamiento empacado con aire convencional.

Los resultados obtenidos muestran que el contenido de humedad aumentó gradualmente durante el almacenamiento en ambos tratamientos, aunque el incremento fue menor en el producto empacado con atmósfera modificada. Este comportamiento coincide con lo descrito por Robertson (2013), quien señala que la eficacia de un sistema de empaque depende de su capacidad para reducir el intercambio de gases y vapor de agua con el ambiente, favoreciendo la estabilidad de alimentos de baja humedad.

Del mismo modo, Fennema (2017) explica que la absorción progresiva de humedad modifica las propiedades físicas de los alimentos deshidratados, afectando principalmente la textura y la aceptabilidad del consumidor. En la presente investigación, el tratamiento 231 presentó una menor ganancia de humedad y, de forma paralela, conservó mejores calificaciones sensoriales durante los últimos meses de almacenamiento, lo que refuerza la relación entre ambas variables.

Los resultados también son afines con la literatura sobre tecnologías de empaque, donde se ha demostrado que la atmósfera modificada contribuye a mantener la estabilidad de productos listos para el consumo cuando se combina con materiales de alta barrera. En este estudio, aunque ambos tratamientos conservaron niveles de humedad compatibles con la estabilidad del producto, el sistema con nitrógeno redujo la velocidad de incremento y favoreció la conservación de las características fisicoquímicas durante todo el periodo de evaluación.

10.2 Análisis de los cambios en las características sensoriales (sabor, olor, color, aspecto y textura) de los snacks empacados con aire convencional y con atmósfera modificada (nitrógeno) durante el periodo de almacenamiento.

10.2.1 Comportamiento de las características sensoriales durante el almacenamiento

Durante el periodo de almacenamiento se realizó la evaluación sensorial de los snacks empacados con atmósfera modificada mediante nitrógeno (N_2) y con aire convencional. La valoración se efectuó con la participación de diez (10) personas, quienes calificaron las muestras mediante una escala hedónica de 1 a 10 puntos.

Los atributos evaluados fueron aspecto, color, olor, textura y sabor. Las valoraciones obtenidas para cada atributo fueron organizadas de acuerdo con el tratamiento y el mes de evaluación.

Tabla 4. Promedio de las características sensoriales de los snacks durante el almacenamiento

Mes	Tratamiento	Aspecto	Color	Olor	Textura	Sabor
1	Atmósfera modificada (N_2)	8,8	8,7	8,8	8,9	8,8
1	Aire convencional	8,8	8,7	8,7	8,0	9,0
2	Atmósfera modificada (N_2)	8,6	8,5	8,5	8,7	8,0
2	Aire convencional	8,0	7,9	7,8	7,9	8,0
3	Atmósfera modificada (N_2)	8,5	8,4	8,4	8,5	8,0
3	Aire convencional	7,2	7,0	6,9	7,0	8,0
4	Atmósfera modificada (N_2)	8,3	8,2	8,2	8,4	7,0
4	Aire convencional	6,3	6,0	5,8	7,0	7,0
5	Atmósfera modificada (N_2)	8,1	8,0	8,0	8,2	7,0
5	Aire convencional	5,5	5,2	5,0	7,0	6,0
6	Atmósfera modificada (N_2)	7,9	7,8	7,8	8,0	7,9
6	Aire convencional	4,5	4,2	6,0	6,0	5,0

Fuente: Elaboración propia a partir de la evaluación sensorial del estudio 2026.

Los resultados muestran un comportamiento variable de los atributos sensoriales durante el periodo de almacenamiento. En términos generales, las muestras empacadas con nitrógeno conservaron valoraciones superiores a las observadas en el tratamiento con aire convencional en varios de los atributos evaluados hacia los últimos meses.

Para el aspecto, el tratamiento con nitrógeno pasó de una valoración de 8,8 en el primer mes a 7,9 en el sexto mes, correspondiente a una disminución de 0,9 puntos. En el tratamiento con aire convencional, la valoración pasó de 8,8 a 4,5 puntos, representando una disminución de 4,3 puntos. En cuanto al color, el tratamiento con nitrógeno presentó valores de 8,7 en el primer mes y 7,8 en el sexto mes. En el tratamiento con aire convencional, las valoraciones fueron de 8,7 y 4,2 puntos, respectivamente. Al finalizar el periodo evaluado se observó una diferencia descriptiva de 3,6 puntos entre los tratamientos.

Para el olor, las muestras empacadas con nitrógeno presentaron una valoración de 8,8 en el primer mes y de 7,8 en el sexto mes. En las muestras empacadas con aire convencional se registraron valores de 8,7 y 6,0 puntos, respectivamente. La diferencia observada al sexto mes fue de 1,8 puntos. En el atributo textura, el tratamiento con nitrógeno presentó una valoración inicial de 8,9 y una valoración de 8,0 al sexto mes. Para el tratamiento con aire convencional se registraron valores de 8,0 y 6,0 puntos, respectivamente. La diferencia descriptiva al finalizar el periodo fue de 2,0 puntos.

Finalmente, para el sabor, las muestras empacadas con nitrógeno presentaron una valoración de 8,8 en el primer mes y de 7,9 en el sexto mes. En el tratamiento con aire convencional, las valoraciones fueron de 9,0 y 5,0 puntos, respectivamente. La diferencia observada al sexto mes fue de 2,9 puntos.

Se resalta que, los resultados descriptivos muestran que las valoraciones sensoriales presentaron una disminución durante el almacenamiento en ambos tratamientos. Sin embargo, hacia el sexto mes, las muestras empacadas con nitrógeno registraron mayores valoraciones en aspecto, color, olor, textura y sabor frente a las muestras empacadas con aire convencional.

- **Comportamiento del atributo aspecto**

El aspecto constituye el primer atributo sensorial que percibe el consumidor al observar un alimento y representa un factor determinante en la aceptación inicial del producto. En snacks fritos, la apariencia puede verse afectada por cambios asociados con la oxidación, la absorción de humedad y la pérdida de estabilidad física durante el almacenamiento. Por esta razón, el seguimiento del aspecto permitió evaluar la capacidad de los sistemas de empaque para conservar la calidad visual del producto durante los seis meses de estudio.

Tabla 5. Calificación promedio del atributo aspecto durante el almacenamiento

Mes	Atmósfera modificada (N_2)	Aire convencional
1	8,8	8,8
2	8,6	8,0
3	8,5	7,2
4	8,3	6,3
5	8,1	5,5
6	7,9	4,5

Fuente: Elaboración propia 2026

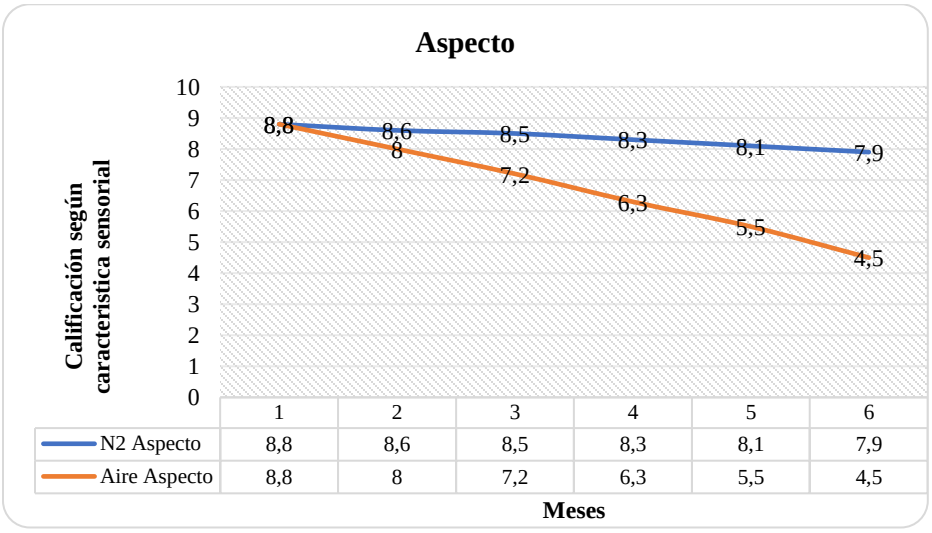
Durante el primer mes de almacenamiento ambos tratamientos presentaron una calificación promedio de 8,8, lo que indica que las muestras iniciaron el estudio con una apariencia similar y una alta aceptación visual. A partir del segundo mes comenzaron a observarse diferencias entre los tratamientos, siendo más evidente el deterioro en las muestras empacadas con aire convencional.

Las muestras conservadas en atmósfera modificada presentaron una disminución gradual de 0,9 unidades a lo largo de los seis meses, alcanzando una calificación final de 7,9. En contraste, el tratamiento con aire convencional registró una reducción de 4,3 unidades, pasando de 8,8 a 4,5.

Esto representa una pérdida aproximada del 49 % de la valoración inicial, mientras que el tratamiento con nitrógeno conservó cerca del 90 % de su aceptación inicial.

La diferencia entre ambos tratamientos fue aumentando conforme avanzó el almacenamiento. Al sexto mes se observó una separación de 3,4 puntos, lo que evidencia una mayor estabilidad del aspecto en las muestras empacadas con nitrógeno. Este comportamiento indica que la reducción del oxígeno dentro del envase permitió retardar los procesos responsables del deterioro visual del producto.

Figura 4. Evolución del atributo aspecto durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026

La Figura 4 muestra que ambas muestras iniciaron el almacenamiento con una aceptación visual equivalente. Sin embargo, a partir del segundo mes las curvas comenzaron a separarse progresivamente, reflejando diferencias en la velocidad de deterioro del aspecto.

La línea correspondiente al tratamiento con atmósfera modificada presenta una pendiente suave y prácticamente uniforme durante todo el periodo de almacenamiento, lo que indica que el producto mantuvo una apariencia estable y aceptable para los consumidores. Por el contrario, la curva del

tratamiento con aire convencional muestra una disminución más pronunciada, especialmente entre el tercer y el sexto mes, cuando la pérdida de calidad visual fue más evidente. Este comportamiento sugiere que el nitrógeno actuó como una atmósfera protectora, reduciendo el contacto del producto con el oxígeno y disminuyendo los cambios responsables del deterioro de su apariencia. Como consecuencia, las muestras empacadas con atmósfera modificada conservaron un aspecto más cercano al del producto recién elaborado durante todo el almacenamiento.

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de empaque ejerció una influencia significativa sobre la conservación del aspecto del snack durante el almacenamiento. La mayor estabilidad observada en las muestras empacadas con atmósfera modificada puede atribuirse a la reducción del oxígeno disponible dentro del envase, condición que limita las reacciones oxidativas y disminuye los cambios visuales asociados con el envejecimiento del producto.

- **Comportamiento del atributo color**

El color constituye uno de los principales indicadores de calidad percibidos por el consumidor, ya que influye directamente en la primera impresión del producto y en la expectativa sobre su frescura. En snacks fritos, este atributo puede verse afectado por procesos de oxidación, exposición al oxígeno y cambios fisicoquímicos que ocurren durante el almacenamiento. Por esta razón, el seguimiento del color permitió establecer el efecto del sistema de empaque sobre la estabilidad visual del producto.

Tabla 6. Calificación promedio del atributo color durante el almacenamiento

Mes	**Atmósfera modificada (N_2)**	**Aire convencional**
1	8,7	8,7
2	8,5	7,9
3	8,4	7,0
4	8,2	6,0

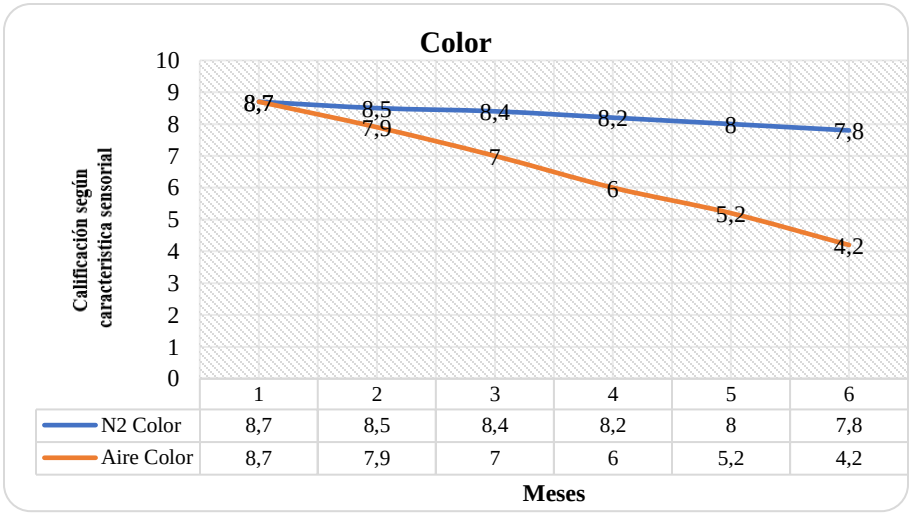
5	8,0	5,2
6	7,8	4,2

Fuente: Elaboración propia 2026.

En la tabla 6 podemos evidenciar que durante el primer mes ambos tratamientos presentaron una calificación promedio de 8,7, lo que indica que el color inicial del producto fue similar en las dos condiciones de empaque. No obstante, conforme avanzó el almacenamiento comenzó a evidenciarse un deterioro progresivo, especialmente en las muestras empacadas con aire convencional.

El tratamiento con atmósfera modificada presentó una disminución de apenas 0,9 unidades durante los seis meses de evaluación, pasando de 8,7 a 7,8. En contraste, el tratamiento con aire convencional registró una reducción de 4,5 unidades, alcanzando una calificación final de 4,2. Esta diferencia representa una pérdida aproximada del 52 % de la aceptación inicial para el tratamiento con aire, mientras que el tratamiento con nitrógeno conservó cerca del 90 % de la valoración inicial.

Figura 5. Evolución del atributo color durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 5 muestra dos comportamientos claramente diferenciados. Durante los dos primeros meses las curvas permanecen relativamente próximas; sin embargo, a partir del tercer mes la distancia entre ellas aumenta progresivamente. La curva correspondiente al tratamiento con aire convencional presenta una pendiente descendente pronunciada, indicando un deterioro acelerado del color. Por el contrario, la atmósfera modificada mantiene una disminución gradual y uniforme durante todo el periodo de almacenamiento.

Este comportamiento evidencia que la sustitución del oxígeno por nitrógeno favoreció la conservación del color característico del snack, reduciendo las alteraciones visuales que normalmente se presentan durante el almacenamiento prolongado

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Arboleda et al. (2019), quienes demostraron que la reducción de la actividad acuosa y el uso de empaques con alta barrera frente al oxígeno favorecen la conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales de alimentos tipo snack durante el almacenamiento. En ese estudio, la disminución de la actividad acuosa limitó el deterioro del producto y contribuyó a mantener su calidad visual. De manera similar, Fernández Salcedo (2017) encontró que los snacks de patata empacados en atmósfera protectora conservaron mejor el color y presentaron menores niveles de oxidación en comparación con aquellos almacenados en aire convencional. El autor atribuyó este comportamiento a la reducción del oxígeno residual dentro del envase, lo que disminuyó las reacciones responsables del deterioro visual del producto.

Estos antecedentes respaldan y permiten inferir que la utilización de nitrógeno como atmósfera modificada constituye una estrategia eficaz para preservar la apariencia del producto durante el almacenamiento, prolongando su vida útil y manteniendo una mejor aceptación por parte del consumidor.

- **Comportamiento del atributo olor**

El olor constituye un indicador directo del estado de conservación de los alimentos, especialmente en productos que contienen grasas susceptibles a procesos de oxidación. La aparición de

compuestos volátiles derivados de estas reacciones puede modificar el aroma característico del producto y reducir su aceptación por parte del consumidor. Por esta razón, el seguimiento del olor permitió evaluar la estabilidad del snack bajo los dos sistemas de empaque durante el periodo de almacenamiento.

Tabla 7. Calificación promedio del atributo olor durante el almacenamiento

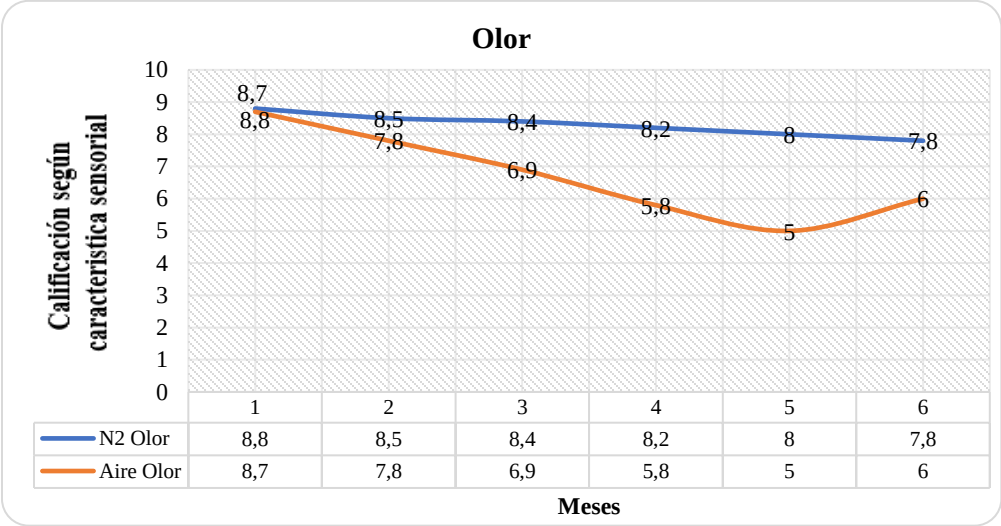
Mes	Atmósfera modificada (N_2)	Aire convencional
1	8,8	8,7
2	8,5	7,8
3	8,4	6,9
4	8,2	5,8
5	8,0	5,0
6	7,8	6,0

Fuente: Elaboración propia 2026.

El atributo olor mostró un comportamiento diferenciado entre los tratamientos desde el segundo mes de almacenamiento. Las muestras empacadas con atmósfera modificada conservaron calificaciones superiores a ocho puntos durante la mayor parte del estudio, alcanzando un valor final de 7,8. Por el contrario, el tratamiento con aire convencional presentó un descenso más acelerado, especialmente entre el tercer y el quinto mes, cuando la calificación disminuyó de 6,9 a 5,0.

Aunque en el sexto mes se observó una ligera recuperación de la valoración del tratamiento con aire convencional, esta continuó siendo inferior a la obtenida en las muestras empacadas con nitrógeno. En términos generales, los resultados muestran que el sistema de empaque influyó sobre la conservación del aroma característico del producto durante el almacenamiento.

Figura 6. Evolución del atributo olor durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 6 nos muestra una disminución progresiva del olor en ambos tratamientos, aunque con una velocidad de deterioro diferente. La atmósfera modificada mantuvo una trayectoria relativamente estable, mientras que el tratamiento con aire convencional presentó una caída más pronunciada a partir del tercer mes. La separación entre ambas curvas indica que la presencia de nitrógeno dentro del envase contribuyó a reducir las alteraciones responsables de la pérdida del aroma característico del snack, permitiendo conservar una mayor calidad sensorial durante el almacenamiento. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Fernández Salcedo (2017), quien observó que los snacks empacados con atmósfera protectora conservaron mejor el olor durante noventa días de almacenamiento, debido a la disminución de los procesos de oxidación lipídica ocasionados por la presencia de oxígeno.

Asimismo, Zarate Aguilar (2025) destaca que el nitrógeno desplaza el oxígeno presente en el envase, limitando la formación de compuestos volátiles responsables del deterioro sensorial y reduciendo el crecimiento microbiano asociado con la pérdida de calidad de los alimentos. Estos planteamientos coinciden con el comportamiento observado en la presente investigación, donde el tratamiento con nitrógeno presentó una mayor estabilidad del olor durante todo el periodo de

evaluación. Finalmente, Arboleda et al. (2019) resaltan que el control de la actividad acuosa y de las condiciones de almacenamiento favorece la conservación de las características sensoriales de los snacks, entre ellas el aroma, reforzando la importancia de emplear sistemas de empaque que minimicen el contacto del alimento con el oxígeno y la humedad.

- **Comportamiento del atributo textura**

La textura es uno de los atributos sensoriales más determinantes en la aceptación de snacks fritos, debido a que los consumidores asocian una textura crujiente con frescura y calidad. Este atributo depende, en gran medida, de la estabilidad estructural del producto y de su capacidad para mantener un bajo contenido de humedad durante el almacenamiento. En consecuencia, el seguimiento de la textura permitió evaluar el efecto del sistema de empaque sobre la conservación de la crocancia del snack durante los seis meses de estudio.

Tabla 8. Calificación promedio del atributo textura durante el almacenamiento

Mes	**Atmósfera modificada (N_2)**	**Aire convencional**
1	8,9	8,0
2	8,7	7,9
3	8,5	7,0
4	8,4	7,0
5	8,2	7,0
6	8,0	6,0

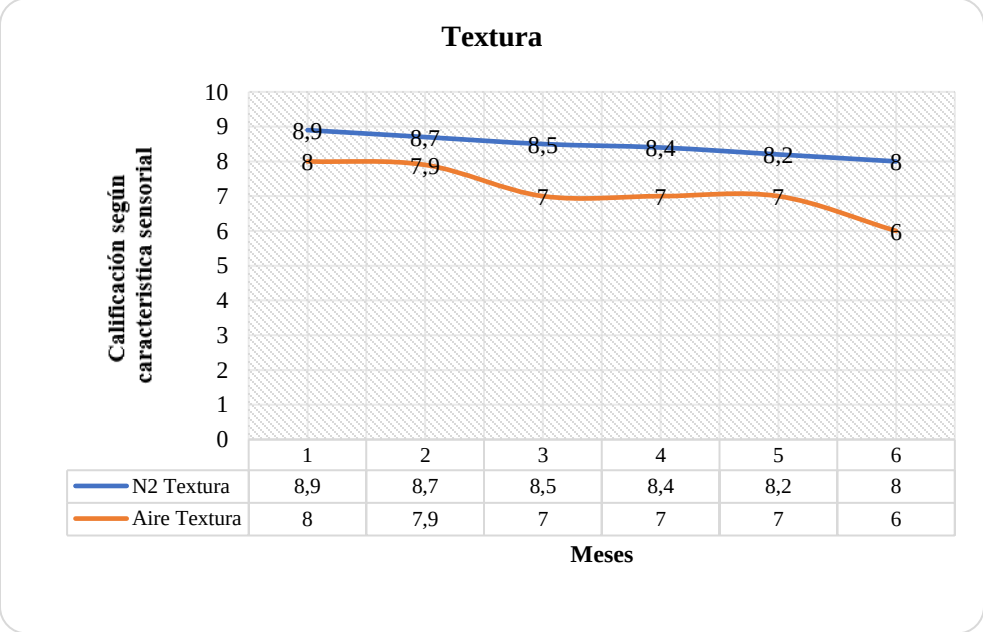
Fuente: Elaboración propia 2026.

La textura presentó uno de los comportamientos más estables dentro de los atributos evaluados. Desde el inicio del estudio, las muestras empacadas con atmósfera modificada obtuvieron una calificación promedio de 8,9, mientras que el tratamiento con aire convencional registró 8,0.

Aunque ambos tratamientos mostraron una disminución gradual con el tiempo, el descenso fue considerablemente menor en las muestras empacadas con nitrógeno.

Al finalizar el periodo de almacenamiento, el tratamiento con atmósfera modificada conservó una calificación de 8,0, equivalente a una reducción de apenas 0,9 unidades respecto al valor inicial. En contraste, el tratamiento con aire convencional descendió hasta 6,0, registrando una pérdida total de 2,0 unidades. Estos resultados indican que el empleo de nitrógeno favoreció la conservación de la estructura física del snack, permitiendo mantener una textura más cercana a la del producto recién elaborado durante todo el almacenamiento.

Figura 7. Evolución del atributo textura durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 7 nos muestra que ambas curvas presentan una tendencia descendente; sin embargo, la disminución de la textura fue mucho más lenta en las muestras empacadas con atmósfera modificada. Durante los tres primeros meses las diferencias fueron moderadas; posteriormente, la distancia entre ambas curvas aumentó progresivamente. Mientras el tratamiento con nitrógeno

mantuvo valores cercanos a ocho puntos durante todo el estudio, el tratamiento con aire convencional mostró un descenso continuo hasta alcanzar seis puntos al finalizar el almacenamiento.

La pendiente más pronunciada observada en el tratamiento con aire convencional evidencia una pérdida progresiva de la crocancia del snack, probablemente asociada con una mayor absorción de humedad y con el deterioro de la estructura del producto.

Estos hallazgos coinciden con Cipriani Villar (2016), quien demostró que las propiedades de barrera del material de empaque influyen directamente en la conservación de la textura de alimentos deshidratados. Su estudio evidenció que la reducción de la permeabilidad al vapor de agua disminuye la absorción de humedad y prolonga la estabilidad física del producto.

De forma similar, Jarrín Moreira (2018) reportó que la selección adecuada del material de empaque constituye uno de los factores más importantes para mantener la calidad de snacks durante el almacenamiento. El autor encontró que los empaques con mejores propiedades de barrera reducen significativamente la pérdida de crocancia y retrasan el deterioro sensorial, resultados que coinciden con el comportamiento observado en la presente investigación.

Por otra parte, Arboleda et al. (2019) señalaron que la estabilidad de snacks elaborados a partir de materias primas vegetales depende tanto de la actividad acuosa como de las condiciones de almacenamiento y del sistema de empaque. En su investigación, los productos que conservaron menores niveles de humedad mantuvieron mejores calificaciones sensoriales durante el periodo de evaluación, comportamiento similar al registrado en este estudio.

estos antecedentes investigativos, respaldan la evidencia obtenida y confirman que la atmósfera modificada con nitrógeno contribuyó a preservar la textura del snack al limitar el ingreso de humedad y mantener la estabilidad estructural del producto durante los seis meses de almacenamiento.

- **Comportamiento del atributo sabor**

El sabor constituye el atributo sensorial que ejerce mayor influencia sobre la aceptación global de un alimento, debido a que integra la percepción del aroma, la textura y las características propias de los ingredientes. En productos tipo snack, este atributo puede modificarse durante el almacenamiento como consecuencia de reacciones de oxidación lipídica, pérdida de compuestos volátiles y cambios en la composición fisicoquímica. Por esta razón, el seguimiento del sabor permitió determinar la capacidad de los sistemas de empaque para conservar la calidad organoléptica del producto durante seis meses.

Tabla 9. Calificación promedio del atributo sabor durante el almacenamiento

Mes	Atmósfera modificada (N_2)	Aire convencional
1	8,8	9,0
2	8,0	8,0
3	8,0	8,0
4	7,0	7,0
5	7,0	6,0
6	7,9	5,0

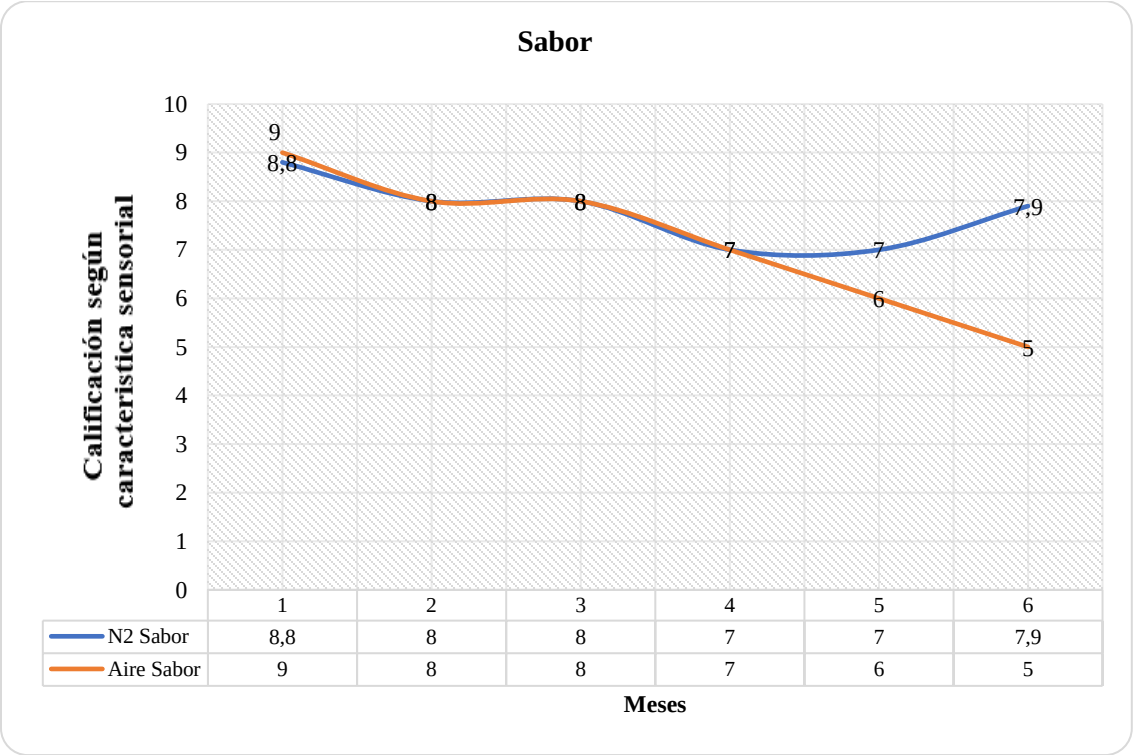
Fuente: Elaboración propia 2026.

Los resultados muestran que durante el primer mes ambos tratamientos presentaron una elevada aceptación del sabor, con calificaciones de 8,8 para las muestras empacadas con atmósfera modificada y de 9,0 para aquellas almacenadas con aire convencional. Esta diferencia inicial fue mínima y no representa una variación relevante desde el punto de vista sensorial.

Durante los tres primeros meses las calificaciones permanecieron relativamente estables, manteniéndose alrededor de ocho puntos en ambos tratamientos. Sin embargo, a partir del cuarto mes comenzó a evidenciarse un deterioro más marcado en las muestras empacadas con aire convencional. Al finalizar el estudio, estas alcanzaron una calificación promedio de 5,0, mientras que las muestras conservadas con nitrógeno registraron 7,9.

La disminución total fue de 0,9 puntos en el tratamiento con atmósfera modificada y de 4,0 puntos en el tratamiento con aire convencional. Estos resultados indican que el nitrógeno permitió preservar con mayor eficacia las características responsables del sabor del producto durante el almacenamiento. El mantenimiento de este atributo resulta especialmente importante porque el sabor sintetiza la percepción global del consumidor y suele ser el factor con mayor influencia sobre la decisión de compra y el consumo repetido.

Figura 8. Evolución del atributo sabor durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 8 nos deja apreciar que ambas curvas presentan un comportamiento similar durante los primeros tres meses de almacenamiento, lo que indica una estabilidad inicial del sabor independientemente del sistema de empaque.

No obstante, a partir del cuarto mes la tendencia cambia de manera evidente. Mientras la curva correspondiente a la atmósfera modificada mantiene una disminución moderada y finaliza con una calificación cercana a ocho puntos, el tratamiento con aire convencional presenta un descenso acelerado hasta alcanzar cinco puntos al sexto mes. La separación progresiva entre ambas curvas demuestra que el empleo de nitrógeno permitió retardar las alteraciones responsables de la pérdida del sabor característico del snack, prolongando su aceptación sensorial durante el almacenamiento.

Los resultados obtenidos muestran que la atmósfera modificada con nitrógeno fue más eficaz para conservar el sabor del producto durante el almacenamiento. La menor disminución observada en este tratamiento sugiere que la reducción del oxígeno dentro del envase limitó las reacciones oxidativas responsables de la formación de compuestos que alteran el perfil sensorial del snack.

Estos hallazgos coinciden con Fernández Salcedo (2017), quien reportó que los snacks de patata empacados en atmósfera protectora conservaron mejor sus atributos sensoriales, especialmente el sabor y el aroma, debido a una menor oxidación de los lípidos durante el almacenamiento. El autor concluyó que la reducción del oxígeno residual dentro del envase constituye uno de los principales factores para mantener la calidad organoléptica de este tipo de productos.

Por otra parte, Sarmiento Torres (2023) destaca que el sabor constituye el atributo con mayor peso en la percepción global de calidad y en la decisión de compra del consumidor. El autor señala que pequeñas variaciones en este atributo pueden modificar significativamente la aceptación del producto, especialmente cuando el almacenamiento favorece procesos de deterioro sensorial. Esta apreciación explica la disminución observada en el tratamiento con aire convencional y refuerza la importancia de utilizar sistemas de empaque que minimicen la exposición al oxígeno.

10.2.2 Comparación integral de las características sensoriales

Con el propósito de realizar una comparación general del comportamiento sensorial de los dos tratamientos al finalizar el periodo de almacenamiento, se tomaron como referencia las valoraciones obtenidas durante el sexto mes para los atributos de aspecto, color, olor, textura y sabor.

La Tabla 10 resume las calificaciones promedio obtenidas por ambos tratamientos al finalizar el periodo de evaluación.

Tabla 10. Comparación de las características sensoriales al sexto mes de almacenamiento

Atributo	**Atmósfera modificada (N_2)**	**Aire convencional**	**Diferencia**
Aspecto	7,9	4,5	3,4
Color	7,8	4,2	3,6
Olor	7,8	6,0	1,8
Textura	8,0	6,0	2,0
Sabor	7,9	5,0	2,9

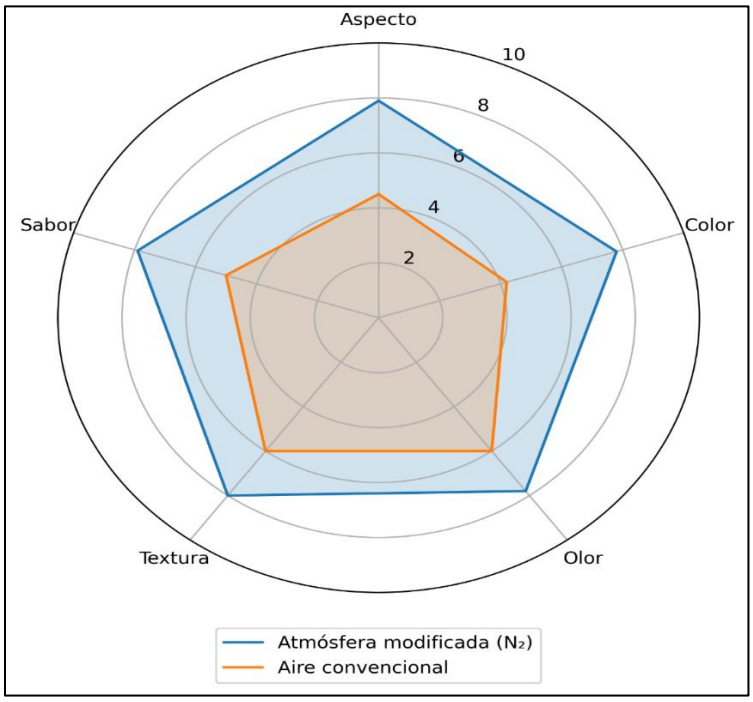
Fuente: Elaboración propia 2026.

Los resultados muestran que, al sexto mes de almacenamiento, el tratamiento con nitrógeno presentó mayores valoraciones que el tratamiento con aire convencional en los cinco atributos sensoriales evaluados. La mayor diferencia descriptiva se presentó en el atributo color, con 3,6 puntos, seguida del aspecto, con 3,4 puntos. Para el sabor se observó una diferencia de 2,9 puntos, mientras que en textura y olor las diferencias fueron de 2,0 y 1,8 puntos, respectivamente.

El tratamiento con nitrógeno obtuvo las mayores valoraciones finales en textura (8,0), mientras que el tratamiento con aire convencional presentó sus menores valoraciones en color (4,2) y aspecto (4,5).

Conjuntamente, los resultados descriptivos indican que las muestras empacadas con nitrógeno conservaron mayores niveles de aceptación sensorial al sexto mes en comparación con las muestras empacadas con aire convencional. Esta comparación permite identificar una tendencia favorable del tratamiento con nitrógeno respecto a las características sensoriales evaluadas, sin establecer significancia estadística entre los tratamientos.

Figura 9. Comparación de las características sensoriales al sexto mes de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 9 nos muestra un perfil sensorial más amplio y uniforme para las muestras empacadas con atmósfera modificada. La representación gráfica muestra que los valores obtenidos para aspecto, color, olor, textura y sabor permanecen agrupados alrededor de ocho puntos, reflejando una conservación homogénea de las propiedades organolépticas.

En contraste, el tratamiento con aire convencional presenta una reducción considerable del área representada, especialmente en los atributos de aspecto, color y sabor. Esta disminución indica que el deterioro sensorial fue más acelerado cuando el producto permaneció en contacto con el oxígeno durante el almacenamiento. El comportamiento observado confirma que la atmósfera modificada contribuyó a mantener un equilibrio entre todos los atributos sensoriales, conservando un perfil de calidad más cercano al del producto recién elaborado.

La mayor estabilidad sensorial observada en las muestras empacadas con atmósfera modificada coincide con lo reportado por Arboleda et al. (2019), quienes demostraron que la aplicación de tecnologías de conservación y el uso de empaques con propiedades de barrera permiten mantener las características sensoriales de snacks elaborados con materias primas vegetales durante periodos prolongados de almacenamiento.

En ese estudio, la reducción de la actividad acuosa y el control de las condiciones de conservación contribuyeron a preservar la aceptación del producto. Los hallazgos también guardan relación con lo establecido por la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN, 2017), que resalta la importancia de controlar las condiciones del proceso y del almacenamiento para preservar la calidad de los productos alimenticios y minimizar las reacciones de deterioro que afectan sus características sensoriales.

10.2.3 Preferencia del consumidor

Además de la valoración individual de los atributos sensoriales, se registró la preferencia de los participantes entre las muestras empacadas con nitrógeno (N_2) y las muestras empacadas con aire convencional. En cada periodo de evaluación participaron diez (10) personas. Los resultados se expresaron como el número de participantes que manifestó preferencia por cada tratamiento.

Tabla 11. Preferencia de los consumidores entre las muestras evaluadas

Mes	Muestra 231 (Atmósfera modificada (N_2))	Muestra 457 Aire convencional
1	5	5
2	4	6
3	5	5
4	5	5
5	7	3
6	8	2

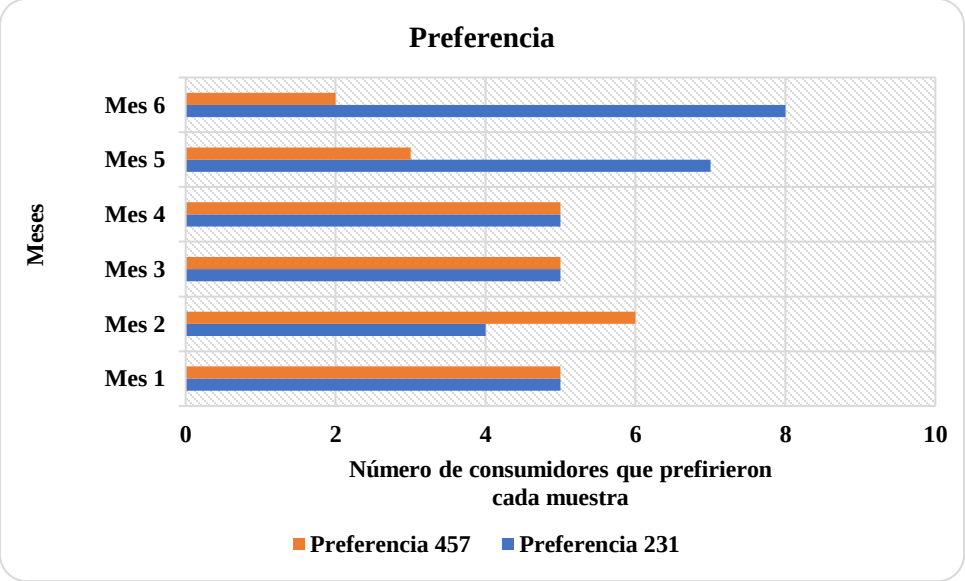
Fuente: Elaboración propia 2026.

Durante los primeros cuatro meses se presentó un comportamiento relativamente equilibrado en la preferencia de los participantes. En el primer, tercer y cuarto mes, cinco participantes prefirieron cada uno de los tratamientos, mientras que en el segundo mes se registró una preferencia de seis participantes por el tratamiento con aire convencional y cuatro por el tratamiento con nitrógeno.

A partir del quinto mes se observó una mayor preferencia por las muestras empacadas con nitrógeno. En este periodo, siete de los diez participantes prefirieron este tratamiento, frente a tres que prefirieron el tratamiento con aire convencional. En el sexto mes, ocho participantes manifestaron preferencia por las muestras empacadas con nitrógeno, mientras que dos prefirieron las muestras empacadas con aire convencional.

De manera descriptiva, los resultados muestran un cambio en la distribución de las preferencias hacia el tratamiento con nitrógeno durante los últimos meses de almacenamiento. Este comportamiento coincide con las mayores valoraciones sensoriales registradas para dicho tratamiento al finalizar el periodo evaluado.

Figura 10. Preferencia del consumidor durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 10 nos muestra una transición progresiva en la elección de los consumidores. Durante los primeros meses las preferencias fueron similares, indicando que ambos productos presentaban características sensoriales comparables. Sin embargo, a partir del quinto mes la mayoría de los participantes comenzó a preferir la muestra 231(Atmosfera modificada), evidenciando que esta conservó una mayor aceptación conforme aumentó el tiempo de almacenamiento.

Los resultados de la prueba de preferencia confirman que la estabilidad sensorial influye directamente sobre la elección del consumidor. La muestra con mejores calificaciones en los atributos evaluados fue también la preferida durante los últimos meses del estudio, lo que demuestra la consistencia entre la evaluación descriptiva y la percepción global de los participantes.

Estos resultados coinciden con Barrazueta López (2024), quien concluyó que la aceptación de productos tipo snack depende del equilibrio entre los diferentes atributos sensoriales y que las preferencias del consumidor se modifican cuando se presentan cambios perceptibles en la calidad del alimento. Asimismo, los hallazgos son coherentes con Arboleda et al. (2019), quienes destacan que la conservación de las propiedades organolépticas mediante tecnologías adecuadas de procesamiento y empaque incrementa la aceptación y la preferencia del consumidor durante la vida útil del producto

10.2.4 Intención de compra del producto durante el almacenamiento

La intención de compra se evaluó mediante una escala de valoración de 1 a 10 puntos, aplicada a los participantes durante los diferentes periodos de evaluación. Los resultados permitieron comparar descriptivamente la disposición de los participantes hacia la adquisición de las muestras correspondientes a los dos tratamientos.

Tabla 12. Evolución de la intención de compra durante el almacenamiento

Mes	Muestra 231 (Atmósfera modificada (N_2))	Muestra 457 Aire convencional
1	10	10

2	9	9
3	9	8
4	9	8
5	8	7
6	8	4

Fuente: Elaboración propia 2026.

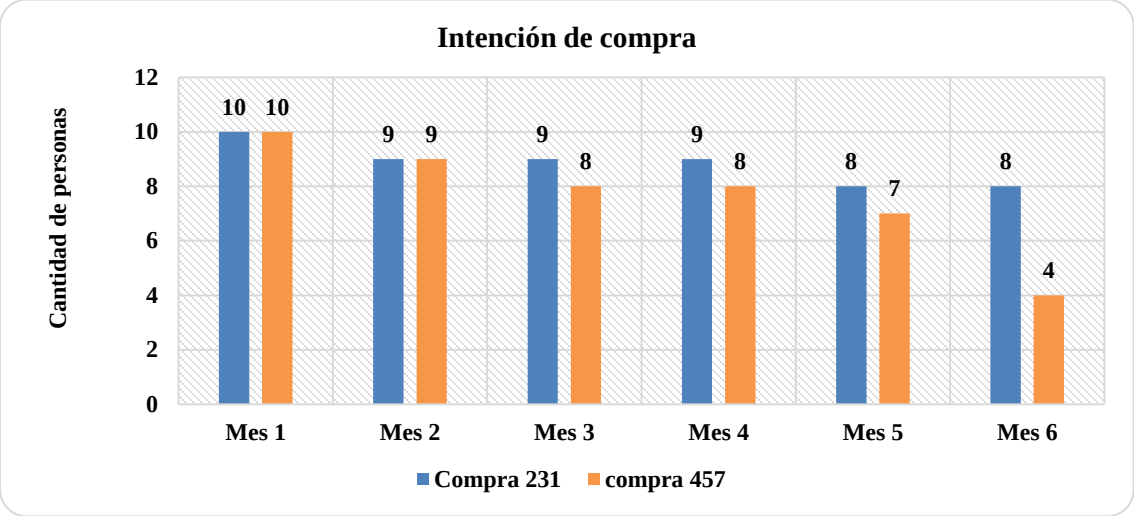
Durante el primer mes, ambos tratamientos obtuvieron una valoración de 10 puntos en la intención de compra. En el segundo mes, los dos tratamientos registraron una valoración de 9 puntos. A partir del tercer mes se comenzó a observar una diferencia entre los tratamientos. La intención de compra de las muestras empacadas con nitrógeno alcanzó una valoración de 9 puntos, mientras que las muestras empacadas con aire convencional obtuvieron 8 puntos.

Durante el cuarto mes se mantuvo este comportamiento, con valoraciones de 9 puntos para el tratamiento con nitrógeno y 8 puntos para el tratamiento con aire convencional. En el quinto mes, las valoraciones fueron de 8 y 7 puntos, respectivamente. Al sexto mes, el tratamiento con nitrógeno obtuvo una valoración de 8 puntos, mientras que el tratamiento con aire convencional alcanzó 4 puntos. En comparación con el valor inicial, esto representa una disminución de 20 % para el tratamiento con nitrógeno y de 60 % para el tratamiento con aire convencional.

Los resultados muestran descriptivamente una mayor conservación de la valoración de intención de compra para las muestras empacadas con nitrógeno durante los últimos meses de almacenamiento. Este comportamiento coincide con la mayor preferencia y las mayores valoraciones sensoriales registradas para este tratamiento al finalizar el periodo evaluado.

Debido a que el análisis empleado fue descriptivo, estos resultados se interpretan como tendencias observadas en las valoraciones de los participantes.

Figura 11. Evolución de la intención de compra durante el almacenamiento



Fuente: Elaboración propia 2026.

La Figura 11 muestra que ambas muestras iniciaron el estudio con una aceptación equivalente; sin embargo, a partir del tercer mes la distancia entre las curvas comenzó a incrementarse.

La muestra 231 (Atmosfera modificada) mantuvo una trayectoria relativamente estable durante todo el almacenamiento, mientras que la muestra 457 (Aire convencional) presentó una disminución acelerada en la intención de compra durante los últimos meses. Esta tendencia indica que los cambios sensoriales ocurridos durante el almacenamiento fueron percibidos por los consumidores y afectaron directamente su disposición a adquirir el producto. La estabilidad observada en la muestra 231 sugiere que el sistema de empaque utilizado permitió conservar de manera más eficiente las características responsables de la aceptación comercial del snack.

Los resultados obtenidos muestran que la intención de compra estuvo relacionada con la conservación de las características sensoriales del producto. La muestra que mantuvo mejores calificaciones de aspecto, color, olor, textura y sabor fue también la que presentó la mayor disposición de compra durante los seis meses de almacenamiento.

Este comportamiento coincide con Barrazueta López (2024), quien encontró que la aceptación del consumidor depende de la estabilidad conjunta de los atributos sensoriales y que los productos con mejores calificaciones organolépticas alcanzan una mayor intención de compra. En su investigación, la evaluación sensorial estableció uno de los principales criterios para determinar la calidad y la aceptación del producto elaborado.

Asimismo, Arboleda et al. (2019) señalo que la conservación de las propiedades sensoriales es determinante para mantener la aceptación de snacks durante el almacenamiento, especialmente cuando se emplean tecnologías que reducen el deterioro fisicoquímico del alimento. Estos planteamientos respaldan los resultados obtenidos, ya que la mayor estabilidad sensorial observada en una de las muestras se reflejó directamente en una mayor intención de compra.

La evaluación sensorial permitió demostrar que el sistema de empaque influyó de manera significativa en la conservación de la calidad del snack durante los seis meses de almacenamiento. Las muestras conservadas en atmósfera modificada mantuvieron calificaciones superiores en aspecto, color, olor, textura y sabor, evidenciando una menor velocidad de deterioro respecto al tratamiento con aire convencional.

Esta superioridad sensorial se reflejó también en la percepción del consumidor. La mayor intención de compra y la preferencia observadas hacia la muestra con mejor estabilidad organoléptica confirman que la conservación de los atributos sensoriales tiene un impacto directo sobre la aceptación comercial del producto. En conjunto, estos resultados demuestran que la utilización de nitrógeno como atmósfera modificada constituye una alternativa eficaz para prolongar la vida útil del snack, preservar sus características de calidad y mantener un mayor nivel de aceptación por parte del consumidor.

10.3 Establecimiento del comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento mediante el seguimiento de microorganismos indicadores (mohos y levaduras) y la detección de patógenos potenciales (*Salmonella spp.* y *E. coli).*

Con el propósito de complementar la evaluación de la estabilidad del producto durante el almacenamiento, se realizaron análisis microbiológicos de las muestras empacadas con aire convencional y mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2). Las determinaciones microbiológicas fueron realizadas por ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S. y comprendieron el análisis de mohos y levaduras, Salmonella spp. y Escherichia coli.

A diferencia de las evaluaciones de humedad y características sensoriales, los análisis microbiológicos se realizaron en dos momentos del estudio: al inicio y al final del periodo de almacenamiento de seis meses. Los resultados obtenidos fueron comparados entre los dos tratamientos y con los criterios microbiológicos utilizados en el estudio. La interpretación se realizó de manera descriptiva, considerando los resultados correspondientes a cada momento de análisis.

10.3.1 Comportamiento microbiológico de mohos y levaduras

Los mohos y las levaduras constituyen microorganismos indicadores del deterioro microbiológico en alimentos con baja actividad de agua, como los snacks fritos. Su presencia puede asociarse con deficiencias en el proceso de elaboración, contaminación durante el envasado o condiciones inadecuadas de almacenamiento. En resultado, el seguimiento de estos microorganismos permitió verificar la estabilidad microbiológica del producto durante toda su vida útil.

Tabla 13. Recuento de mohos y levaduras durante el almacenamiento

Tiempo de almacenamiento	Tratamiento	Mohos (UFC/g)	Levaduras (UFC/g)	Cumplimiento
Inicio	Atmósfera modificada (N_2)	<10	<10	Cumple

Inicio	Aire convencional	<10	<10	Cumple
Final	Atmósfera modificada (N_2)	<10	<10	Cumple
Final	Aire convencional	<10	<10	Cumple

Fuente: Elaboración propia 2026; con base en informes de laboratorio ALS Life Sciences Colombia.

En las dos determinaciones realizadas, correspondientes al inicio y al final del periodo de almacenamiento, los tratamientos empacados con nitrógeno y aire convencional presentaron resultados de mohos y levaduras inferiores a 10 UFC/g. De acuerdo con los criterios microbiológicos considerados en el estudio, ambos tratamientos presentaron resultados dentro de los parámetros establecidos en los momentos analizados.

Descriptivamente, no se observaron cambios en el resultado reportado para este parámetro entre el inicio y el final del periodo evaluado. Sin embargo, debido a que no se realizaron determinaciones microbiológicas durante cada mes de almacenamiento, estos resultados no permiten establecer un comportamiento microbiológico continuo durante los seis meses.

10.3.2 Detección de Salmonella spp. durante el almacenamiento

La detección de *Salmonella spp*. constituye uno de los principales criterios microbiológicos para establecer la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano. Este microorganismo es uno de los agentes etiológicos más frecuentes de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA), por lo que su ausencia representa un requisito indispensable para garantizar la seguridad del producto. En snacks elaborados mediante fritura, la presencia de Salmonella puede asociarse con deficiencias en las materias primas, contaminación cruzada durante el procesamiento o fallas en las condiciones de higiene posteriores a la cocción. Por esta razón, el seguimiento de este patógeno permitió verificar que el proceso de elaboración y las condiciones de almacenamiento conservaran la inocuidad microbiológica del producto durante toda su vida útil.

Tabla 14. Detección de *Salmonella spp.* durante el almacenamiento

Tiempo de almacenamiento	Tratamiento	Resultado	Criterio microbiológico
Inicio	Atmósfera modificada (N_2)	Ausencia en 25 g	Cumple
Inicio	Aire convencional	Ausencia en 25 g	Cumple
Final	Atmósfera modificada (N_2)	Ausencia en 25 g	Cumple
Final	Aire convencional	Ausencia en 25 g	Cumple

Fuente: Elaboración propia con base en los informes microbiológicos emitidos por ALS Life Sciences Colombia.

Los resultados muestran ausencia de Salmonella spp. en 25 g de muestra tanto al inicio como al final del periodo de almacenamiento para los dos tratamientos evaluados. En consecuencia, en las muestras analizadas no se detectó la presencia de *Salmonella spp*. en ninguno de los dos momentos de evaluación. Los resultados obtenidos se encontraron dentro del criterio microbiológico considerado para este parámetro.

Estos resultados permiten describir la condición microbiológica de las muestras analizadas al inicio y al final del almacenamiento, pero no permiten afirmar que la ausencia del microorganismo se mantuvo de manera continua durante cada uno de los meses del periodo evaluado.

A nivel internacional, el comportamiento observado coincide con los principios establecidos por la Comisión del Codex Alimentarius (CXC 1-1969, Principios Generales de Higiene de los Alimentos), donde se señala que la aplicación de programas de prerrequisitos, buenas prácticas de manufactura y sistemas preventivos de control constituye la estrategia más efectiva para evitar la contaminación por *Salmonella* y otros patógenos durante toda la cadena de producción de alimentos.

10.3.3 Recuento de Escherichia coli durante el almacenamiento

Escherichia coli es uno de los principales microorganismos indicadores de contaminación fecal y de las condiciones higiénico-sanitarias durante la producción de alimentos. Su presencia en productos terminados puede evidenciar deficiencias en las prácticas de manufactura, contaminación cruzada o fallas en los procedimientos de limpieza y desinfección. En consecuencia, la determinación de este microorganismo permitió verificar la eficacia del proceso de elaboración y confirmar que el snack conservó condiciones adecuadas de inocuidad durante el almacenamiento.

Tabla 15. Recuento de *Escherichia coli* durante el almacenamiento

Tiempo de almacenamiento	Tratamiento	Resultado (UFC/g)	Criterio microbiológico	Cumplimiento
Inicio	Atmósfera modificada (N_2)	<10	≤ 10 UFC/g	Cumple
Inicio	Aire convencional	<10	≤ 10 UFC/g	Cumple
Final	Atmósfera modificada (N_2)	<10	≤ 10 UFC/g	Cumple
Final	Aire convencional	<10	≤ 10 UFC/g	Cumple

Fuente: Elaboración propia con base en los informes microbiológicos emitidos por ALS Life Sciences Colombia.

En las muestras correspondientes a ambos tratamientos se obtuvieron resultados inferiores a 10 UFC/g tanto al inicio como al final del periodo de almacenamiento. De acuerdo con el criterio microbiológico utilizado en el estudio, los resultados se encontraron dentro del límite establecido para *Escherichia coli* en los dos momentos analizados.

El comportamiento observado fue similar para ambos sistemas de empaque, ya que el resultado reportado permaneció por debajo de 10 UFC/g en las dos determinaciones realizadas. Por tanto, descriptivamente, no se identificaron variaciones en este parámetro entre el inicio y el final del periodo evaluado.

conjuntamente, los resultados microbiológicos obtenidos para mohos y levaduras, Salmonella spp. y *Escherichia coli* se encontraron dentro de los criterios considerados en el estudio en las muestras analizadas al inicio y al final del almacenamiento. Es importante precisar que estos resultados corresponden exclusivamente a los dos momentos de muestreo realizados y, por tanto, no permiten describir la evolución microbiológica del producto en cada uno de los meses intermedios del periodo de almacenamiento.

Asimismo, Barrazueta López (2024) reportó recuentos de *Escherichia coli* dentro de los límites permitidos en hojuelas elaboradas a partir de chocho y maíz, concluyendo que el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura y la aplicación de un tratamiento térmico adecuado fueron determinantes para garantizar la inocuidad del producto. Asimismo, Arboleda et al. (2019) encontraron que los snacks elaborados con materias primas vegetales conservaron condiciones microbiológicas seguras cuando se aplicaron procesos de elaboración estandarizados y sistemas de empaque apropiados.

11. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos permitieron comparar el comportamiento de snacks de papa lisa sabor pollo empacados con aire convencional y mediante atmósfera modificada con nitrógeno (N_2) durante seis meses de almacenamiento. La evaluación comprendió el contenido de humedad, las características sensoriales, la preferencia, la intención de compra y algunos parámetros microbiológicos determinados al inicio y al final del periodo evaluado. En términos generales, los resultados descriptivos mostraron un comportamiento favorable del tratamiento con nitrógeno en variables relacionadas con la conservación de las características fisicoquímicas y sensoriales del producto.

El contenido de humedad presentó un incremento en ambos tratamientos durante el almacenamiento. Las muestras empacadas con nitrógeno pasaron de 1,42 % al inicio a 1,90 % al sexto mes, equivalente a un incremento relativo de 33,80 %, mientras que las muestras empacadas con aire convencional aumentaron de 1,42 % a 2,14 %, correspondiente a una variación de 50,70 %. Estos resultados muestran un menor incremento del contenido de humedad en el tratamiento con nitrógeno y una mayor diferencia entre los tratamientos durante los últimos meses de almacenamiento. Este comportamiento es relevante en productos tipo snack, debido a que las variaciones en el contenido de humedad pueden relacionarse con modificaciones en características como la textura y la aceptación del producto. Lo anterior es consistente con lo señalado por Robertson (2013) respecto a la importancia de las propiedades del sistema de empaque en la protección de los alimentos frente a factores ambientales.

No obstante, la menor variación de humedad observada en las muestras empacadas con nitrógeno no debe atribuirse exclusivamente a la presencia del gas, debido a que la transferencia de humedad también depende de las propiedades de barrera del material de empaque y de las condiciones de almacenamiento. Por tanto, los resultados permiten identificar un comportamiento favorable del tratamiento con nitrógeno bajo las condiciones estudiadas, pero no establecer un mecanismo causal único.

En cuanto a las características sensoriales, las valoraciones de aspecto, color, olor, textura y sabor mostraron una disminución durante el almacenamiento en ambos tratamientos. Sin embargo, al sexto mes las muestras empacadas con nitrógeno presentaron mayores valoraciones descriptivas en los cinco atributos evaluados. Las mayores diferencias se observaron en color y aspecto, con 3,6 y 3,4 puntos, respectivamente; mientras que para sabor, textura y olor las diferencias fueron de 2,9, 2,0 y 1,8 puntos. Este comportamiento coincide con la tendencia observada en el contenido de humedad, ya que el tratamiento con nitrógeno presentó un menor incremento de esta variable y, simultáneamente, conservó mayores valoraciones sensoriales durante los últimos meses.

La prueba de preferencia mostró un comportamiento equilibrado durante los primeros cuatro meses. En el quinto mes, siete de los diez participantes prefirieron las muestras empacadas con nitrógeno, y en el sexto mes esta preferencia aumentó a ocho participantes, frente a dos que prefirieron el tratamiento con aire convencional. De manera similar, la intención de compra presentó una mayor valoración para el tratamiento con nitrógeno durante los últimos meses. Al sexto mes, este tratamiento obtuvo una valoración de 8 puntos, mientras que el tratamiento con aire convencional alcanzó 4 puntos. Estos resultados son concordantes con las mayores valoraciones sensoriales y la mayor preferencia observadas para las muestras empacadas con nitrógeno al finalizar el periodo de almacenamiento.

Los resultados microbiológicos presentaron un comportamiento similar entre tratamientos. En las determinaciones realizadas al inicio y al final del almacenamiento, los resultados de mohos y levaduras fueron inferiores a 10 UFC/g para ambos tratamientos, se obtuvo ausencia de Salmonella spp. en 25 g de muestra y los resultados de Escherichia coli fueron inferiores a 10 UFC/g. De acuerdo con los criterios considerados en el estudio, los resultados obtenidos en ambos momentos se encontraron dentro de los parámetros establecidos. Estos resultados permiten describir la condición microbiológica de las muestras analizadas al inicio y al final del periodo, pero no permiten establecer la evolución microbiológica durante cada uno de los meses intermedios.

En general, los resultados muestran que, bajo las condiciones evaluadas, el sistema de empaque con atmósfera modificada mediante nitrógeno presentó un menor incremento del contenido de humedad y mayores valoraciones sensoriales durante los últimos meses de almacenamiento,

acompañado de una mayor preferencia e intención de compra. En contraste, los resultados microbiológicos fueron similares entre los dos tratamientos en los momentos de análisis establecidos. Por tanto, los hallazgos permiten considerar el uso de nitrógeno como una alternativa favorable para la conservación de las características de calidad evaluadas durante los seis meses de almacenamiento estudiados.

Finalmente, debido a que el tratamiento estadístico empleado fue de carácter descriptivo y no se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales, las diferencias observadas no se interpretan como estadísticamente significativas. Asimismo, los resultados microbiológicos deben entenderse únicamente para los dos momentos de muestreo realizados. Estas consideraciones delimitan el alcance de los resultados y permiten que las conclusiones se encuentren directamente sustentadas en las condiciones experimentales y en la información obtenida durante la investigación

12. CONCLUSIONES

La evaluación de la papa lisa sabor pollo de 115 g empacada bajo atmósfera modificada con nitrógeno y en aire convencional permitió establecer diferencias descriptivas en el comportamiento de las características fisicoquímicas y sensoriales durante los seis meses de almacenamiento evaluados. Bajo las condiciones establecidas en el estudio, el tratamiento con nitrógeno presentó un comportamiento más estable en comparación con el producto empacado en aire convencional.

En relación con la humedad, ambos tratamientos presentaron un incremento durante el periodo de almacenamiento. El producto empacado con nitrógeno pasó de 1,42 % a 1,90 %, equivalente a un incremento relativo del 33,80 %, mientras que el producto empacado en aire convencional aumentó de 1,42 % a 2,14 %, correspondiente al 50,70 %. Estos resultados muestran una menor incorporación de humedad en el tratamiento con nitrógeno durante el periodo evaluado, con una diferencia final de 0,24 puntos porcentuales entre los tratamientos.

Respecto a las características sensoriales, se observó una disminución progresiva de las valoraciones en ambos tratamientos a medida que avanzó el almacenamiento. Sin embargo, al sexto mes, el producto empacado con nitrógeno presentó mayores valoraciones en los atributos evaluados: aspecto (7,9), color (7,8), olor (7,8), textura (8,0) y sabor (7,9), frente a los valores registrados para el producto en aire convencional: 4,5, 4,2, 6,0, 6,0 y 5,0, respectivamente. La comparación descriptiva mostró las mayores diferencias en color y aspecto, seguidas por sabor, textura y olor.

La preferencia de los participantes también mostró un comportamiento favorable hacia el tratamiento con nitrógeno durante los últimos meses de evaluación. En el quinto mes, 7 de los 10 participantes prefirieron el producto empacado con nitrógeno, mientras que en el sexto mes esta preferencia aumentó a 8 participantes. Este comportamiento coincide con las mayores valoraciones sensoriales obtenidas para dicho tratamiento al finalizar el periodo de almacenamiento.

En cuanto a la intención de compra, las valoraciones obtenidas mediante la escala de 1 a 10 mostraron una tendencia descendente en ambos tratamientos. No obstante, al sexto mes, el

producto empacado con nitrógeno alcanzó una valoración de 8, mientras que el producto empacado en aire convencional obtuvo una valoración de 4. De manera descriptiva, estos resultados indican una mayor aceptación comercial potencial del producto conservado bajo atmósfera modificada al finalizar el periodo evaluado.

En las determinaciones microbiológicas realizadas al inicio y al final del periodo de almacenamiento, los resultados para mohos y levaduras se mantuvieron por debajo de 10 UFC/g en ambos tratamientos. Asimismo, se obtuvo ausencia de Salmonella spp. en 25 g y valores de Escherichia coli inferiores a 10 UFC/g en los dos momentos de evaluación. Estos resultados evidencian que, bajo las condiciones del estudio y en los dos momentos de muestreo establecidos, los productos presentaron resultados microbiológicos dentro de los criterios considerados en la investigación. Debido a que las determinaciones microbiológicas se realizaron únicamente al inicio y al final del almacenamiento, estos resultados no permiten establecer un comportamiento microbiológico continuo durante los seis meses.

En términos generales, la utilización de atmósfera modificada con nitrógeno favoreció la conservación de las características de humedad y de los atributos sensoriales de la papa lisa sabor pollo durante el periodo de seis meses evaluado, en comparación con el tratamiento en aire convencional. Los resultados obtenidos respaldan el uso de esta alternativa de empaque como una estrategia potencial para contribuir a la conservación de la calidad del producto, considerando las condiciones específicas de almacenamiento y evaluación empleadas en el presente estudio.

Finalmente, las diferencias identificadas corresponden a comparaciones descriptivas entre los tratamientos, dado que en la investigación no se aplicaron pruebas de estadística inferencial. Por tanto, los resultados permiten describir el comportamiento observado de cada tratamiento, pero no establecer diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

13. RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2017). Reglamento (UE) 2017/2158 de la Comisión, de 20 de noviembre de 2017, por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos. https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/novedades_legislativas/2017/Reglamento_UE_2017_2158.htm

Arboleda, W. A., Marín Gaviria, E. R., Marín Reina, C. A., Guevara, N. Y., & Rivera, B. A. (2019). Elaboración de propuesta de snacks liofilizados a partir de frutas autóctonas colombianas [Trabajo de diplomado de profundización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/27452/camarinre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Baggini, S. (2024). Vida útil en alimentos. Vida Útil en Alimentos.

Barrazueta López, N. A. (2024). Elaboración, caracterización fisicoquímica, análisis sensorial y control de calidad de hojuelas a base de chocho (Lupinus mutabilis) y maíz (Zea mays). https://dspace.espoch.edu.ec/items/285130b3-b36e-49d6-a5fe-10ba38c0f150

Barrera-Arellano, D. (1998). Estabilidad y utilización de nitrógeno en aceites y grasas. Grasas y Aceites, 49. http://grasasyaceites.revistas.csic.es

Bello Gutiérrez, J. (2000). Ciencia bromatológica. Ediciones Díaz de Santos.

Benavides Grandez, J. M., & Campos Martínez, H. M. (2021). Análisis de los efectos de los aditivos y el secado convectivo en los carotenoides totales en la industria de snack en Ica, 2021. https://repositorio.autonomadeica.edu.pe/handle/20.500.14441/1297

Bermúdez, J. G., & Recio, K. W. (2025). Aprovechamiento del frijol negro de segunda calidad, mediante el procesamiento artesanal para la obtención de harina: Una alternativa contra la pérdida del alimento [Trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos]. https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/2f111b8c-cc2f-472e-928e-857af65ea785/content

Carpenter, R. P., Lyon, D. H., & Hasdell, T. A. (2002). Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos. Acribia.

Carrillo Inungaray, M. L., & Reyes Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias CIBA, 2(3).

Chemaly, R. F., Hall, G. S., Keys, T. F., Procop, G. W., & Gordon, S. M. (2003). Microbiology of liver abscesses and the predictive value of abscess gram stain and associated blood cultures. Diagnostic Microbiology and Infectious Disease, 46(4), 245–248.

Cipriani Villar, C. (2016). Efecto del empaque en el contenido de humedad final para dos tipos de manzanas deshidratadas en almacenamiento controlado. https://repositorio.usil.edu.pe/entities/publication/92544a30-2863-4a78-bca9-43097eb57d36

Codex Alimentarius. (2018). Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados (CXS 1-1985). Comisión del Codex Alimentarius.

Codex Alimentarius. (2022). CXP 067: Principios generales de higiene de los alimentos. FAO/OMS. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius

Codex Alimentarius. (2023). Normas internacionales de los alimentos. FAO/OMS. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/

Código Alimentario Argentino. (2021). Capítulo II: Condiciones generales de las fábricas y comercios de alimentos. República Argentina.

Comisión del Codex Alimentarius. (s. f.). Codex Alimentarius: Normas alimentarias internacionales. FAO y OMS. Recuperado el 4 de junio de 2026, de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/es/

Comisión Europea. (2017). Reglamento (UE) 2017/2158 por el que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir la presencia de acrilamida en los alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32017R2158

Congreso de Colombia. (1979). Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1177

Cornu, M., Billoir, E., Bergis, H., Beaufort, A., & Zuliani, V. (2006). Effect of temperature, water-phase salt and phenolic contents on Listeria monocytogenes growth rates on cold-smoked salmon and evaluation of secondary models. International Journal of Food Microbiology, 106(2), 159–168.

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2020). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). SAGE Publications.

Dantigny, P., Guilmart, A., & Bensoussan, M. (2005). Basis of predictive mycology. International Journal of Food Microbiology, 100(1–3), 187–196.

Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). Fennema's food chemistry (5th ed.). CRC Press.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevención. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). Global initiative on food loss and waste reduction: Definitional framework of food loss. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). Food loss analysis: Causes and solutions. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction. FAO.

García Iglesias, E., Gago Cabezas, L., & Fernández Nuevo, J. L. (2006). Informe de vigilancia tecnológica: Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. https://madrimasd.org/sites/default/files/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/vt3_tecnologias_de_envasado_en_atmosfera_protectora.pdf

Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2014). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial.

Hernández Montoya, L. E. (2020). Estudio de la vida útil de una masa de maíz amarillo para la elaboración de empanadas en la empresa Maquiempanadas. https://repositorio.ucm.edu.co/server/api/core/bitstreams/6fb22b69-a21e-4ba2-8ac3-c61a39d616a2/content

Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P., & Baptista Lucio, P. (2021). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (2.ª ed.). McGraw-Hill Education.

ICONTEC. (2018). NTC-ISO 22000:2018. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

Institute of Food Technologists. (2019). Food packaging. IFT Press.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 22000:2018. Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos: Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. ISO. https://www.iso.org/obp/ui/es/#!iso:std:65464:es

Jarrín Moreira, L. E. (2018). Estudio de la incidencia de dos tipos de empaques primarios en el tiempo de vida útil de un snack cárnico tipo beef jerky [Tesis de maestría, Universidad de las Américas]. http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9333

Juliarena, P., & Gratton, R. (s. f.). Tecnología, ambiente y sociedad. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Leistner, L. (2000). Basic aspects of food preservation by hurdle technology. International Journal of Food Microbiology, 55(1–3), 181–186.

Ley N.º 27.454. (2018). Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos. República Argentina.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (2004). Brock: Biología de los microorganismos. Pearson Prentice Hall.

Mafart, P. (2005). Food engineering and predictive microbiology: On the necessity to combine biological and physical kinetics. International Journal of Food Microbiology, 100(1–3), 239–251.

Martí Peris, A. (2023). Estudio acelerado de vida útil de snacks para deportistas en envases biodegradables [Trabajo de grado, Universitat Politècnica de València]. https://riunet.upv.es/handle/10251/196478

Mas Barón, A. (s. f.). Historia de la conservación de los alimentos.

Méndez Alonso, A. (2013). Determinación del largo de vida de pastelitos de calabaza (Cucurbita moschata) horneados y empacados en atmósfera modificada, mediante el estudio de sus características físico-químicas y microbiológicas [Tesis doctoral]. https://hdl.handle.net/20.500.11801/1319

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2015). Ejercicio de estimación de las pérdidas y el desperdicio de alimentos (PDA) en Argentina. Gobierno de Argentina.

Ministerio de Salud. (1997). Decreto 3075 de 1997. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=6218

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013a). Resolución 2674 de 2013: Por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto-Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). https://www.invima.gov.co/biblioteca/resolucion-2674-2013-requisitos-sanitarios-alimentos

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013b). Resolución 2674 de 2013: Requisitos sanitarios para alimentos en Colombia. INVIMA. https://www.invima.gov.co/biblioteca/resolucion-2674-2013-requisitos-sanitarios-alimentos

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023a). Resolución 2333 de 2023. República de Colombia. https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolucion%202333%20de%202023.pdf

Ministerio de Salud y Protección Social. (2023b). Resolución 2333 de 2023: Por la cual se establece la permanencia de los reglamentos técnicos en materia de alimentos y bebidas para consumo humano y se dictan otras disposiciones. Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). https://www.invima.gov.co/biblioteca/resolucion-2333-2023-permanencia-reglamentos-tecnicos-alimentos-bebidas

Organización de las Naciones Unidas. (2019). Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Ortega Rojas, J. F., & Bravo Rodríguez, E. N. (2017). Efecto de la granulometría y formulación en la calidad de un snack extruido a base de arroz (Oryza sativa L.), quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y torta desgrasada de chía (Salvia hispanica L.). https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_52655b15416abd963b90b29c4292d7f4

Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365(1554), 3065–3081.

Productos La Victoria. (2025, julio 30). Nuestra empresa. https://productoslavictoria.co/nuestra-empresa/

Purba, H., et al. (2018). Innovation typology in food industry sector: A literature review. International Journal of Modern Research in Engineering and Technology, 3(2), 27. https://www.researchgate.net/publication/326399671_Innovation_Typology_in_Food_Industry_Sector_A_Literature_Review

Quishpe, S., et al. (2023). Desarrollo de un producto nutracéutico con base de harina de chocho (Lupinus mutabilis Sweet), avena (Avena sativa) y amaranto (Amaranthus) en la Universidad Estatal de Bolívar [Trabajo de titulación, Universidad Estatal de Bolívar]. https://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/6277/1/Desarrollo%20de%20una%20producto%20nutraceutico%20Villalta%20-%20Quishpe.pdf

Resolución 2674 de 2013. (s. f.). Requisitos sanitarios para alimentos en Colombia. INVIMA. Recuperado el 8 de marzo de 2026, de https://www.invima.gov.co/biblioteca/resolucion-2674-2013-requisitos-sanitarios-alimentos

Resolución Conjunta SPRyRS 149/05 y SAGPyA 683/05. (2005). Reglamento Técnico MERCOSUR para rotulación de alimentos envasados (Resolución GMC N.º 26/03). República Argentina.

Robertson, G. L. (2013). Food packaging: Principles and practice (3rd ed.). CRC Press.

Ruiz Cardoza, M. J. (2009). Efecto del tipo de empaque y tipo de atmósfera en las características físicas, sensoriales y microbiológicas de la zanahoria (Daucus carota) mínimamente procesada. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6dbbdbf3-cdd2-41aa-992a-bd2495d40dfc/content

Salazar, D., & Ocaña, I. (2019). Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Ambato]. https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30002

Santacruz, S., et al. (2022). Elaboración de un snack salado extruido expandido a base de chocho (Lupinus mutabilis) y maíz. ESPAMCIENCIA, 13(1), 32. https://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/223/305

Sarmiento Torres, L. F. (2023). Desarrollo de un proceso de extrusión sin almidón añadido, caso: snack de fruta [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Universidad Nacional de Colombia. https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/c0d65cdf-61f7-4daf-9e52-c2eefd69b384/content

Shah, F., et al. (2019). Role of healthy extruded snacks to mitigate malnutrition. Food Reviews International, 35(4), 299. https://doi.org/10.1080/87559129.2018.1542534

Velasco Martínez, E. P. (2023). Efecto de tipos de fritura en los compuestos nutricionales, funcionales y la acrilamida de un snack a base de salak (Salacca zalacca). https://agris.fao.org/search/en/providers/125406/records/67bd852de27dfa125189983a

Veramendi Montes, H. (2011). Elaboración y caracterización de rosquillas de almidón de yuca (Manihot esculenta Crantz) envasado al vacío. https://repositorio.unas.edu.pe/items/4c4ef3c7-6308-43f4-9915-6a97f7d3d54a

Vermeiren, L., Devlieghere, F., Van Beest, M., De Kruijf, N., & Debevere, J. (1999). Developments in the active packaging of foods. Trends in Food Science & Technology, 10(3–4), 77–86. https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00032-1

Yepez Chancai, L. F. (2024). Efecto de la fritura en la vida útil de un snack enriquecido con harina de arveja (Pisum sativum) [Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/YEPEZ%20CHANCAY%20LUIS%20FERNANDO%20.pdf

Zarate Aguilar, G. I. (2025). Modificación de un equipo comercial de bajo tarja para generación de nitrógeno de uso doméstico en la conservación de alimentos. https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/0959dd2e-e36d-42a1-bad7-6d8322913d67

14. ANEXOS

1. Análisis microbiológico de snacks

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-016

ALS - BOGOTA
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S
Sede Bogota D.C Calle 94b # 56 - 45 Barrio Rionegro

Informe de Ensayo Nº 72543/2024 Página 1/1

Fecha de Emisión: 2025-12-24

No. de Ensayo:	MF / 15589 / 24
Fecha Recogida:	2025-12-19
Fecha Recepción:	2025-12-19
Fecha Inicio Ensayos	2025-12-19
Fecha Fin Ensayos:	2025-12-22
Código del Cliente:	0407

Cliente:
PRODUCTOS VICKY S.A.S.
CRA 21#48-35

Unidad: JUMBO CALLE 80

Identificación de la Muestra: **66768 / 24**

Muestra: PT / PAPAS FRITAS SABOR A POLLO
Fecha Caducidad: 25-03-2026
Proveedor: PRODUCTOS VICKY
Tipo Envase: PEBD
Lote: 256T129G8
Capacidad: 3 unds
Temperatura: 18 °C
Hora de recogida: 12:40

Ensayo	Método	Resultado	Unidad	IM	V. L.	Concepto
Recuento de mohos y levaduras	ISO 21527-2:2008					
Resultado de Mohos		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 293000	100 y <=1000 [0321]	C
Resultado de Levaduras		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 293000	100 y <=1000 [0321]	C
Detección de Salmonella spp. en 25g por AOAC	AOAC 967.26, 22nd Ed,2023	Ausencia	A o P/25 g o mL	Ausencia - Presencia	Ausencia [0321]	C
Recuento de Escherichia coli	NTC 4458:2018	<10	UFC/g o mL	10 - 1639000	<10 [0321]	C

Norma: [0321] - Parametros Internos cliente para la clase de productos Producto terminado

Lista de abreviaturas: UFC- Unidades formadoras de colonias; IM: Intervalo de Medición de la tecnica; N.A: No Aplica;
LQ – Límite de cuantificación ; V.L: Valor Límite de especificación; C - Cumple; NC - No Cumple; D: Detectable; ND: No Detectable; U: Incertidumbre (+/- Valor de U).

Regla de decisión: De acuerdo a la Guía ILAC G8: 09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity,
ALS Life Sciences Colombia adopta la Declaracion binaria para "Regla de aceptación Simple"; Las unidades del resultado
y la Incertidumbre (U), se encuentran en las mismas unidades de medida relacionadas en la columna "Unidad"

El ensayo señalado con (s) fue subcontratado y no es acreditado.
El ensayo señalado con (a) fue subcontratado y es acreditado.
Los ensayos señalados con * no están incluidos en el alcance de acreditación.

NOTA: La información en el ítem de identificación de muestra que se observe subrayada corresponde a datos suministrados por el cliente, por consiguiente el laboratorio no se hace responsable de su veracidad u otros factores que puedan afectar el resultado. Análisis validos únicamente para la muestra analizada.
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S no se hace responsable por su uso indebido o falsificación.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación escrita por el laboratorio.

Formato:R287 / Versión N°. 3 / Fecha de emisión: 2024-02-12

M. López

Autorizado por: Manuela López A.
Supervisora de Microbiología

Revisado por:
Soporte Tecnico
Maria Alejandra Camacho

FIN DEL INFORME

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-016

ALS - BOGOTA
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S
Sede Bogota D.C Calle 94b # 56 - 45 Barrio Rionegro

Informe de Ensayo Nº 15662/2024 Página 1/1

Fecha de Emisión: 2025-06-26

No. de Ensayo:	MF / 3527 / 24
Fecha Recogida:	21-06-2025
Fecha Recepción:	21-06-2025
Fecha Inicio Ensayos	22-06-2025
Fecha Fin Ensayos:	26-06-2025
Código del Cliente:	0407

Cliente:

CRA 21#48-35
PRODUCTOS VICKY S.A.S.

Identificación de la Muestra: **14046 / 24**

Muestra: PT / PAPAS FRITAS SABOR A POLLLO(MC)
Fecha Caducidad: 25-08-2025
Proveedor: PRODUCTOS VICKY

Lote: 256T116P2
Capacidad: 3 Unds
Temperatura: 18 °C

Ensayo	Método	Resultado	Unidad	IM	V. L.	Concepto
Salmonella sp 25g - Ausencia/Presencia - AOAC	AOAC Official Methods of Analysis Ed 21st, 2019, 967.26	Ausencia	A o P/25 g o ml	Ausencia - Presencia	Ausencia [0321]	C
Escherichia coli recuento en placa	NTC 4458:2018	<10	UFC/g o mL	10 - 1380000	<10 [0321]	C
Mohos y levaduras recuento en placa	ISO 21527-1:2008					
Resultado de Mohos		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 292000	100-1000 [0321]	C
Resultado de Levaduras		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 292000	100-1000 [0321]	C

Norma: [0321] - Parametros Internos cliente/Ref. Bliblio. 1407/2022 para la clase de productos Producto terminado

Lista de abreviaturas: UFC- Unidades formadoras de colonias; IM: Intervalo de Medición de la tecnica; N.A: No Aplica; LQ – Límite de cuantificación ; V.L: Valor Limite de especificación; C - Cumple; NC - No Cumple; D: Detectable; ND: No Detectable; U: Incertidumbre (+/- Valor de U).

Regla de decisión: De acuerdo a la Guía ILAC G8: 09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity, ALS Life Sciences Colombia adopta la Declaracion binaria para "Regla de aceptación Simple"; Las unidades del resultado y la Incertidumbre (U), se encuentran en las mismas unidades de medida relacionadas en la columna "Unidad"

El ensayo señalado con (s) fue subcontratado y no es acreditado.
El ensayo señalado con (a) fue subcontratado y es acreditado.
Los ensayos señalados con * no están incluidos en el alcance de acreditación.

NOTA: La información en el ítem de identificación de muestra que se observe subrayada corresponde a datos suministrados por el cliente, por consiguiente el laboratorio no se hace responsable de su veracidad u otros factores que puedan afectar el resultado. Análisis validos únicamente para la muestra analizada. ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S no se hace responsable por su uso indebido o falsificación. Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación escrita por el laboratorio.

M. López

Autorizado por: Manuela López A.
Supervisora de Microbiología

Revisado por:
Soporte Tecnico
Maria Alejandra Camacho

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-016

ALS - BOGOTA
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S
Sede Bogota D.C Calle 94b # 56 - 45 Barrio Rionegro

Informe de Ensayo Nº 15662/2024 Página 1/1

Fecha de Emisión: 2025-06-26

No. de Ensayo:	MF / 3527 / 24
Fecha Recogida:	21-06-2025
Fecha Recepción:	21-06-2025
Fecha Inicio Ensayos	22-06-2025
Fecha Fin Ensayos:	26-06-2025
Código del Cliente:	0407

Cliente:

CRA 21#48-35
PRODUCTOS VICKY S.A.S.

Identificación de la Muestra: **14046 / 24**

Muestra: PT / PAPAS FRITAS SABOR A POLLLO ATMOSFERA MODIFICADA (MC)
Fecha Caducidad: 25-08-2025
Proveedor: PRODUCTOS VICKY

Lote: 256T116P2
Capacidad: 3 Unds
Temperatura: 18 °C

Ensayo	Método	Resultado	Unidad	IM	V. L.	Concepto
Salmonella sp 25g - Ausencia/Presencia - AOAC	AOAC Official Methods of Analysis Ed 21st, 2019, 967.26	Ausencia	A o P/25 g o ml	Ausencia - Presencia	Ausencia [0321]	C
Escherichia coli recuento en placa	NTC 4458:2018	<10	UFC/g o mL	10 - 1380000	<10 [0321]	C
Mohos y levaduras recuento en placa	ISO 21527-1:2008					
Resultado de Mohos		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 292000	100-1000 [0321]	C
Resultado de Levaduras		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 292000	100-1000 [0321]	C

Norma: [0321] - Parametros Internos cliente/Ref. Bliblio. 1407/2022 para la clase de productos Producto terminado

Lista de abreviaturas: UFC- Unidades formadoras de colonias; IM: Intervalo de Medición de la tecnica; N.A: No Aplica; LQ – Límite de cuantificación ; V.L: Valor Limite de especificación; C - Cumple; NC - No Cumple; D: Detectable; ND: No Detectable; U: Incertidumbre (+/- Valor de U).

Regla de decisión: De acuerdo a la Guía ILAC G8: 09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity, ALS Life Sciences Colombia adopta la Declaracion binaria para "Regla de aceptación Simple"; Las unidades del resultado y la Incertidumbre (U), se encuentran en las mismas unidades de medida relacionadas en la columna "Unidad"

El ensayo señalado con (s) fue subcontratado y no es acreditado.
El ensayo señalado con (a) fue subcontratado y es acreditado.
Los ensayos señalados con * no están incluidos en el alcance de acreditación.

NOTA: La información en el ítem de identificación de muestra que se observe subrayada corresponde a datos suministrados por el cliente, por consiguiente el laboratorio no se hace responsable de su veracidad u otros factores que puedan afectar el resultado. Análisis validos únicamente para la muestra analizada. ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S no se hace responsable por su uso indebido o falsificación. Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación escrita por el laboratorio.

M. López

Autorizado por: Manuela López A.
Supervisora de Microbiología

Revisado por:
Soporte Tecnico
Maria Alejandra Camacho

Formato:R287 / Versión N°. 3 / Fecha de emisión: 2024-02-12

ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-016

ALS - BOGOTA
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S
Sede Bogota D.C Calle 94b # 56 - 45 Barrio Rionegro

Informe de Ensayo Nº 72543/2024 Página 1/1

Fecha de Emisión: 2025-12-24

No. de Ensayo:	MF / 15589 / 24
Fecha Recogida:	2025-12-19
Fecha Recepción:	2025-12-19
Fecha Inicio Ensayos	2025-12-19
Fecha Fin Ensayos:	2025-12-22
Código del Cliente:	0407

Cliente:
PRODUCTOS VICKY S.A.S.
CRA 21#48-35

Unidad: JUMBO CALLE 80

Identificación de la Muestra: **66768 / 24**

Muestra: PT / PAPAS FRITAS SABOR A POLLO ATMOSFERA MODIFICADA
Fecha Caducidad: 25-03-2026
Proveedor: PRODUCTOS VICKY
Tipo Envase: PEBD
Lote: 256T129G8
Capacidad: 3 unds
Temperatura: 18 °C
Hora de recogida: 12:40

Ensayo	Método	Resultado	Unidad	IM	V. L.	Concepto
Recuento de mohos y levaduras	ISO 21527-2:2008					
Resultado de Mohos		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 293000	100 y <=1000 [0321]	C
Resultado de Levaduras		<10 (LQ)	UFC/g o mL	10 - 293000	100 y <=1000 [0321]	C
Detección de Salmonella spp. en 25g por AOAC	AOAC 967.26, 22nd Ed,2023	Ausencia	A o P/25 g o mL	Ausencia - Presencia	Ausencia [0321]	C
Recuento de Escherichia coli	NTC 4458:2018	<10	UFC/g o mL	10 - 1639000	<10 [0321]	C

Norma: [0321] - Parametros Internos cliente para la clase de productos Producto terminado

Lista de abreviaturas: UFC- Unidades formadoras de colonias; IM: Intervalo de Medición de la tecnica; N.A: No Aplica;
LQ – Límite de cuantificación ; V.L: Valor Limite de especificación; C - Cumple; NC - No Cumple; D: Detectable; ND: No Detectable; U: Incertidumbre (+/- Valor de U).

Regla de decisión: De acuerdo a la Guía ILAC G8: 09/2019 Guidelines on Decision Rules and Statements of Conformity,
ALS Life Sciences Colombia adopta la Declaracion binaria para "Regla de aceptación Simple"; Las unidades del resultado
y la Incertidumbre (U), se encuentran en las mismas unidades de medida relacionadas en la columna "Unidad"

El ensayo señalado con (s) fue subcontratado y no es acreditado.
El ensayo señalado con (a) fue subcontratado y es acreditado.
Los ensayos señalados con * no están incluidos en el alcance de acreditación.

NOTA: La información en el ítem de identificación de muestra que se observe subrayada corresponde a datos suministrados por el cliente, por consiguiente el laboratorio no se hace responsable de su veracidad u otros factores que puedan afectar el resultado. Análisis validos únicamente para la muestra analizada.
ALS LIFE SCIENCES COLOMBIA S.A.S no se hace responsable por su uso indebido o falsificación.
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la aprobación escrita por el laboratorio.

M. López

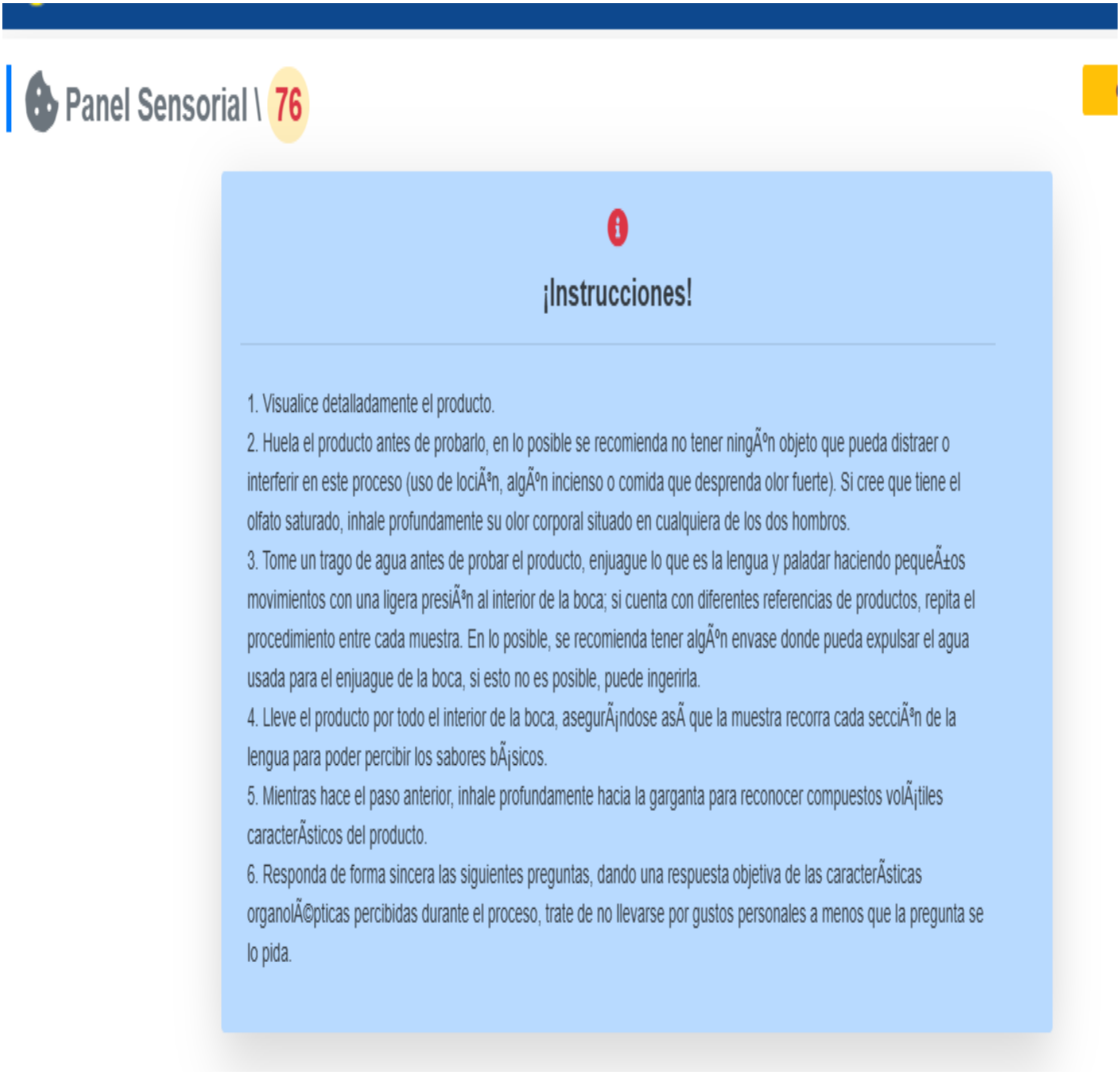
Autorizado por: Manuela López A.
Supervisora de Microbiología

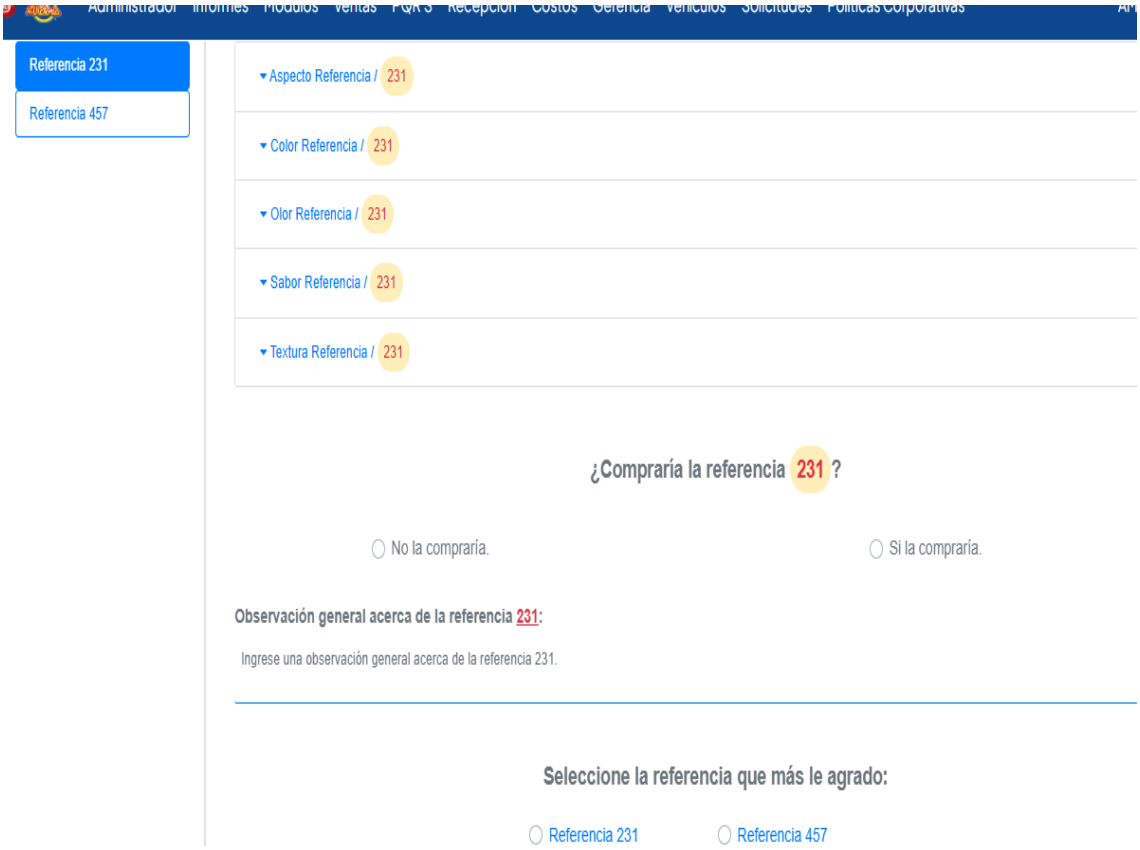
Revisado por:
Soporte Tecnico
Maria Alejandra Camacho

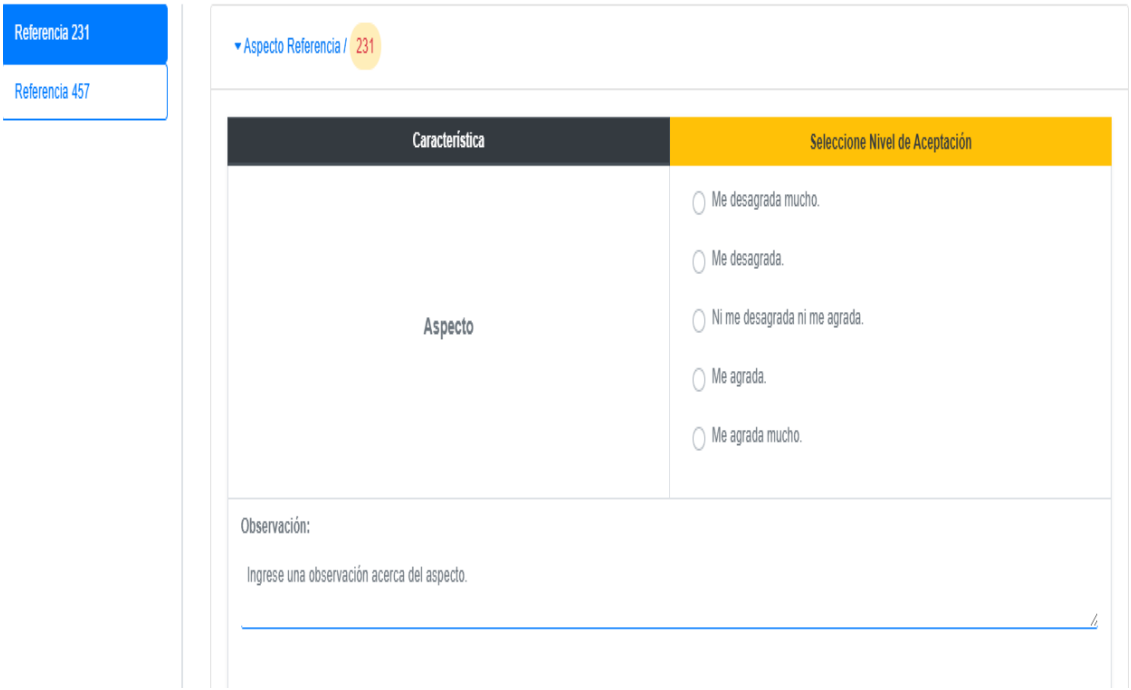
Formato:R287 / Versión N°. 3 / Fecha de emisión: 2024-02-12

FIN DEL INFORME

2. Panel para análisis de resultados sensoriales




Administrador Informes Modulos Ventas PQR'S Recepcion Costos Gerencia Vehiculos Solicitudes Politicas Corporativas
Referencia 231
Referencia 457
Aspecto Referencia / 231
Color Referencia / 231
Olor Referencia / 231
Sabor Referencia / 231
Textura Referencia / 231
¿Compraría la referencia 231 ?
No la compraría.
Si la compraría.
Observación general acerca de la referencia 231:
Ingrese una observación general acerca de la referencia 231.
Seleccione la referencia que más le agrado:
Referencia 231
Referencia 457


Referencia 231
Referencia 457
Aspecto Referencia / 231
Característica
Seleccione Nivel de Aceptación
Aspecto
Me desagrada mucho.
Me desagrada.
Ni me desagrada ni me agrada.
Me agrada.
Me agrada mucho.
Observación:
Ingrese una observación acerca del aspecto.

Referencia 231

Referencia 457

▾ Aspecto Referencia / 231

▾ Color Referencia / 231

Característica	Variable Descriptiva	Seleccione Nivel de Aceptación
Color	☐ Intenso. ☐ Claro. ☐ Traslúcido. ☐ Opaco. ☐ Brillante. ☐ Característico. ☐ No característico o atípico.	◯ Me desagrada mucho. ◯ Me desagrada. ◯ Ni me desagrada ni me agrada. ◯ Me agrada. ◯ Me agrada mucho.

Observación:

Ingrese su observación acerca de color.

Referencia 231

Referencia 457

▾ Aspecto Referencia / 231

▾ Color Referencia / 231

▾ Olor Referencia / 231

Característica	Variable Descriptiva	Seleccione Nivel de Aceptación
Olor	☐ Ligero. ☐ Marcado. ☐ Característico. ☐ No característico o atípico. ☐ Sin olor.	◯ Me desagrada mucho. ◯ Me desagrada. ◯ Ni me desagrada ni me agrada. ◯ Me agrada. ◯ Me agrada mucho.

Observación:

Ingrese su observación acerca de olor.

Referencia 231

Referencia 457

▾ Aspecto Referencia / 231

▾ Color Referencia / 231

▾ Olor Referencia / 231

▾ Sabor Referencia / 231

Característica	Variable Descriptiva	Seleccione Nivel de Aceptación
Sabor	☐ Dulce. ☐ Salado. ☐ Ácido. ☐ Amargo. ☐ Característico. ☐ No característico o atípico. ☐ Sin sabor. ☐ Picante.	◯ Me desagrada mucho. ◯ Me desagrada. ◯ Ni me desagrada ni me agrada. ◯ Me agrada. ◯ Me agrada mucho.

Observación:

Ingrese su observación acerca de sabor.

Referencia 231

Referencia 457

▾ Aspecto Referencia / 231

▾ Color Referencia / 231

▾ Olor Referencia / 231

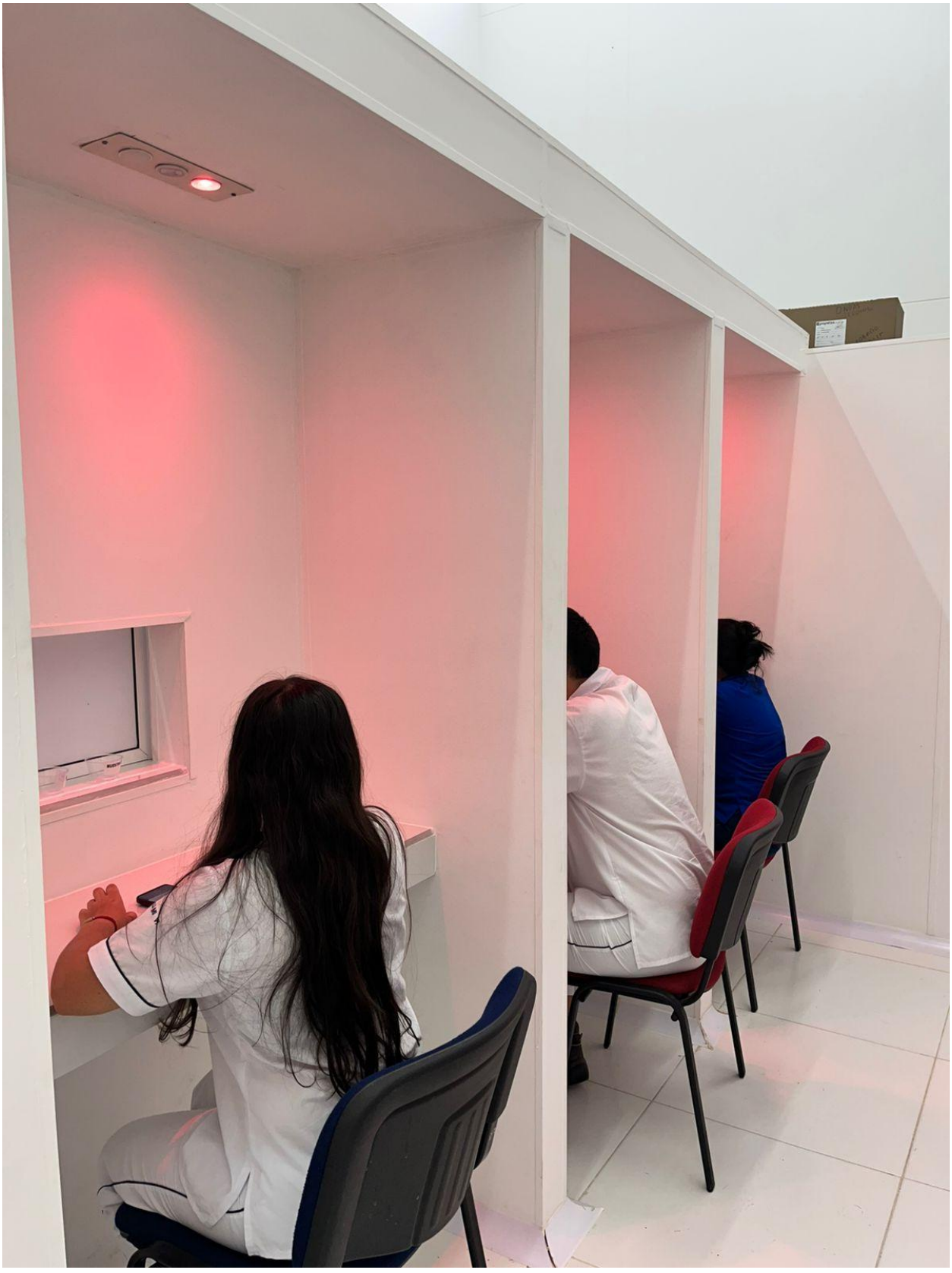
▾ Sabor Referencia / 231

▾ Textura Referencia / 231

Característica	Variable Descriptiva	Seleccione Nivel de Aceptación
Textura	☐ Dura. ☐ Líquida. ☐ Viscosa. ☐ Pastosa. ☐ Blanda. ☐ Granular. ☐ Crocante. ☐ Característica. ☐ No característica o atípica.	◯ Me desagrada mucho. ◯ Me desagrada. ◯ Ni me desagrada ni me agrada. ◯ Me agrada. ◯ Me agrada mucho.

3. Registros fotográficos

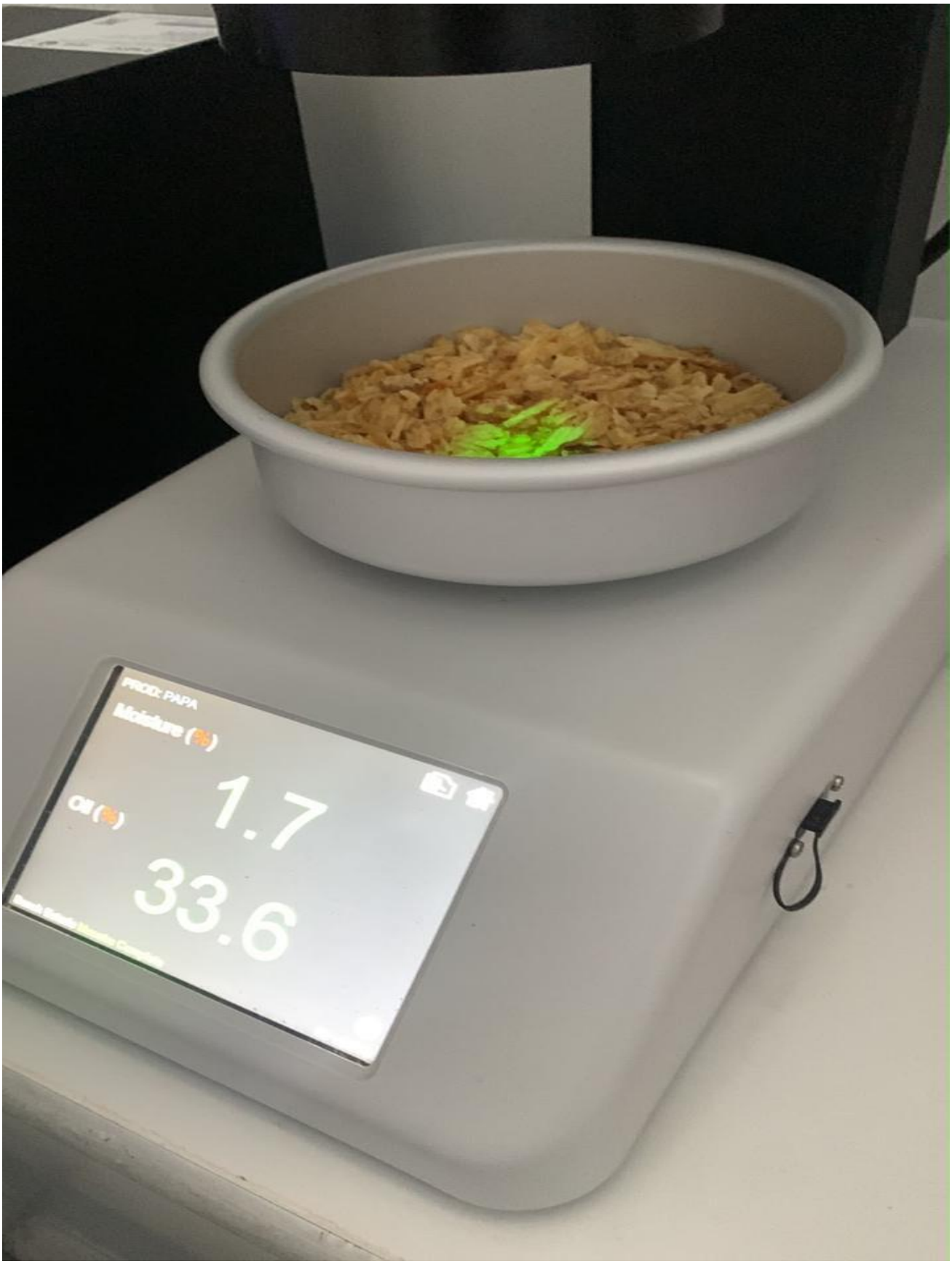






Balanzas para medir humedad




PROD: PAPA
Moisture (%)
1.7
Oil (%)
33.6