

Extensión de vida de anaquel utilizando ácido
sorbico y empaques de polipropileno y
polipropileno metalizado en galletas con sabor a
mantequilla

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



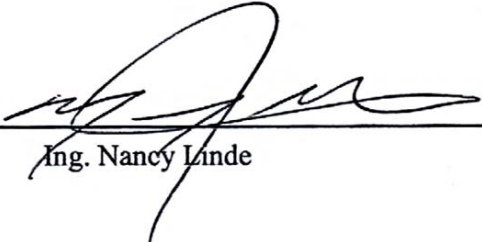
Extensión de vida de anaquel utilizando ácido
sorbico y empaques de polipropileno y
polipropileno metalizado en galletas con sabor a
mantequilla

Trabajo de graduación en modalidad de Trabajo Profesional
presentado por Daniela del Carmen Grijalba Velásquez
para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería en
Ciencias de los Alimentos

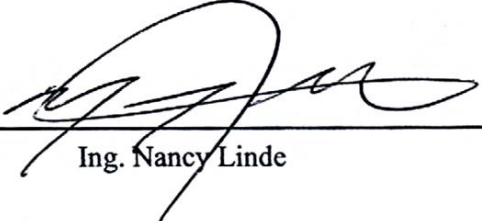
Guatemala,

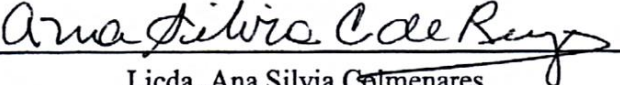
2019

Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Nancy Linde

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Nancy Linde

(f) 
Licda. Ana Silvia Colmenares

(f) 
Ing. Adilia Blandón

Fecha de aprobación: Guatemala, 4 de diciembre del 2019

Prefacio

El presente trabajo está dedicado a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida. A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Agradezco:

A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

De manera especial a mi asesora de tesis, la Ingeniera Nancy Linde por haberme guiado en la elaboración de este trabajo y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente.

A la Ingeniera Katherine Arimany por darme la oportunidad y confianza de desarrollarme profesionalmente en mi campo de trabajo.

A la Licenciada Iliana Vásquez y al Licenciado Edwint Rodríguez por su incondicional apoyo y colaboración con la disponibilidad de materiales y equipos para la parte experimental del estudio.

Y finalmente a mis docentes y a la Universidad del Valle de Guatemala por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Índice

Prefacio	iii
Lista de figuras	viii
Lista de cuadros	ix
Resumen	x
Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Justificación	2
Capítulo 3. Objetivos	4
3.1. Objetivo general	4
3.2. Objetivos específicos	4
Capítulo 4. Marco teórico y antecedentes	5
4.1. Tipos de galletas	5
4.2 Métodos de vida de anaquel	5
4.3 Deterioro de lípidos	6
4.4 Tipos de empaque utilizados en galletas y sus propiedades	7
4.5. Aditivos comúnmente utilizados en galletas	8
4.5.1 BHT	8
4.5.2 Ácido cítrico	9
4.5.3 Ácido ascórbico	9
4.5.4 Ácido sórbico	9
4.5.5 Tocoferoles	9
4.5.6 Normativa regulatoria de aditivos	10
4.6 Tipos de pruebas sensoriales	11
4.6.1 Pruebas de discriminación	11
4.6.2 Pruebas de aceptación	11
Capítulo 5. Metodología	12
5.1 Muestreo	13
5.2 Diseño experimental	13

Capítulo 6. Resultados y discusión	14
6.1 Análisis sensorial de discriminación	14
6.2 Índice de peróxidos	14
6.3 Humedad	20
6.4 Análisis sensorial de aceptación	26
6.5 Análisis de costos	29
Capítulo 7. Conclusiones	31
Capítulo 8. Recomendaciones	32
Bibliografía	34
Anexo A. Metodología de extracción de grasa de galletas dulces con sabor a mantequilla	36
Anexo B. Método oficial AOAC 965.33 Determinación de peróxidos en aceites y grasas	37
B.1 Soluciones	37
B.2 Determinación de peróxidos en grasas y aceites	38
Anexo C. Hoja maestra para realización de panel sensorial de discriminación	39
Anexo D. Boleta de prueba para análisis sensorial de discriminación	41
Anexo E. Hoja maestra para realización de panel sensorial de aceptación	42
Anexo F. Boleta de prueba para análisis sensorial de aceptación	44
Anexo G. Cálculo de grasa (%)	47
Anexo H. Cálculo de molaridad de solución de tiosulfato de sodio	48
Anexo I. Índice de peróxidos de grasa extraída	49
Anexo J. Cálculo de humedad (%)	50
Anexo K. Cálculo de vida útil	51
Anexo L. Grasa (%) extraída a través del tiempo a 25°C	52
L.1 Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación	52
L.2 Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación	52
L.3 Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación	53
L.4 Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación	53
Anexo M. Grasa (%) extraída a través del tiempo a 38°C	54
M.1 Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación	54
M.2 Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación	54
M.3 Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación	55

M.4 Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación	55
Anexo N. Grasa (%) extraída a través del tiempo a 45°C	56
N.1 Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación	56
N.2 Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación	56
N.3 Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación	57
N.4 Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación	57
Anexo Ñ. Índice de peróxidos a través del tiempo a 25°C	58
Ñ.1 Índice de peróxidos a los 0 días de incubación	58
Ñ.2 Índice de peróxidos a los 14 días de incubación	58
Ñ.3 Índice de peróxidos a los 64 días de incubación	59
Ñ.4 Índice de peróxidos a los 74 días de incubación	59
Anexo O. Índice de peróxidos a través del tiempo a 38°C	60
O.1 Índice de peróxidos a los 0 días de incubación	60
O.2 Índice de peróxidos a los 14 días de incubación	60
O.3 Índice de peróxidos a los 64 días de incubación	61
O.4 Índice de peróxidos a los 74 días de incubación	61
Anexo P. Índice de peróxidos a través del tiempo a 45°C	62
P.1 Índice de peróxidos a los 0 días de incubación	62
P.2 Índice de peróxidos a los 14 días de incubación	62
P.3 Índice de peróxidos a los 64 días de incubación	63
P.4 Índice de peróxidos a los 74 días de incubación	63
Anexo Q. Humedad a través del tiempo a 25°C	64
Q.1 Humedad a los 0 días de incubación	64
Q.2 Humedad a los 14 días de incubación	64
Q.3 Humedad a los 64 días de incubación	65
Q.4 Humedad a los 74 días de incubación	65
Anexo R. Humedad a través del tiempo a 38°C	66
R.1 Humedad a los 0 días de incubación	66
R.2 Humedad a los 14 días de incubación	66
R.3 Humedad a los 64 días de incubación	67
R.4 Humedad a los 74 días de incubación	67

Anexo S. Humedad a través del tiempo a 45°C	68
S.1 Humedad a los 0 días de incubación	68
S.2 Humedad a los 14 días de incubación	68
S.3 Humedad a los 64 días de incubación	69
S.4 Humedad a los 74 días de incubación	69
Anexo T. Determinación de valor crítico de deterioro	70
T.1 Grasa extraída promedio	70
T.2 Índice de peróxidos promedio	70
T.3 Humedad promedio	70
Anexo U. Datos obtenidos del panel sensorial de discriminación	71
Anexo V. Datos obtenidos del panel sensorial de aceptación	73
V.1 Calificaciones de aceptabilidad obtenidos a los 14 días de incubación	73
V.2 Calificaciones de aceptabilidad obtenidos a los 64 días de incubación	75
V.3 Calificaciones de aceptabilidad obtenidos a los 74 días de incubación	77
Anexo W. Análisis de varianza de un factor con alfa de 0.05	79
W.1 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 25°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras	79
W.2 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 38°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras	79
W.3 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 45°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras	80
W.4 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 25°C en empaque de polipropileno metalizado	80
W.5 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 38°C en empaque de polipropileno metalizado	81
W.6 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 45°C en empaque de polipropileno metalizado	81
Anexo X. Filtro para ingreso a panel sensorial de aceptación	83

Lista de figuras

Figura	Página
1. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 25°C a través del tiempo	13
2. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 38°C a través del tiempo	16
3. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 45°C a través del tiempo	16
4. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno laminado de 40 micras	17
5. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno metalizado	19
6. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 25°C a través del tiempo	21
7. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 38°C a través del tiempo	21
8. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 45°C a través del tiempo	22
9. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en humedad conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno laminado de 40 micras	23
10. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno metalizado	24
11. Aceptación promedio en galletas dulces con sabor a mantequilla en empaque de polipropileno transparente de 40 micras a través del tiempo	26
12. Aceptación promedio en galletas dulces con sabor a mantequilla en empaque de polipropileno metalizado a través del tiempo	26

Lista de cuadros

Cuadro	Página
1. Nivel máximo permitido de aditivos en productos de panadería fina (galletas)	10
2. Resumen del índice de peróxidos promedio a través del tiempo en galletas con sabor a mantequilla almacenadas en tres temperaturas diferentes	15
3. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno laminado de 40 micras	17
4. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base al índice de peróxidos como variable crítica de deterioro	18
5. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno metalizado	18
6. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base al índice de peróxidos como variable crítica de deterioro	19
7. Resumen de humedad a través del tiempo en galletas con sabor a mantequilla almacenadas en tres temperaturas diferentes.	20
8. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en humedad a través del tiempo para el empaque de polipropileno laminado de 40 micras	22
9. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base a la humedad como variable crítica de deterioro	23
10. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno metalizado	24
11. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base a la humedad como variable crítica de deterioro	24
12. Análisis de varianza de un factor para la aceptabilidad de galletas con sabor a mantequilla a cada temperatura con un alfa de 0.05	27
13. Comparación de costos entre el empaque actual y los empaques utilizados en el estudio	29
14. Precios de ácido sórbico en presentación de 1 kg y 25 kg	29

Resumen

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el tiempo de vida útil de galletas dulces con sabor a mantequilla con 0.005% de ácido sórbico, a través del empleo de pruebas aceleradas. Las galletas se sometieron a ambientes de almacenamiento de 25°C, 38°C y 45°C en las tres incubadoras. Se evaluaron los siguientes parámetros: índice de peróxidos y humedad (%), los cuales fueron modelados a una reacción de orden uno. Los parámetros se evaluaron a los 0, 14, 64 y 74 días de almacenamiento. El tiempo de vida de anaquel para cada parámetro fue de 9 y 12 meses respectivamente, para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras de grosor. El tiempo de vida de anaquel para cada parámetro fue de 12 y 23 meses respectivamente, para el empaque de polipropileno metalizado. El valor crítico para el índice de peróxido era de 15.2 ± 0.8 meq de peróxido / kg de grasa y para la humedad era un valor de 3.91 ± 0.04 % (p/p). Se hicieron pruebas sensoriales de aceptación, pero debido a la alta variabilidad en los resultados no se logró validar el valor crítico de deterioro con el consumidor. Se recomienda alargar el estudio o someter las muestras a temperaturas más drásticas con el fin que el consumidor logre percibir un cambio más notable en la calidad de la galleta.

Palabras clave: Vida útil, galletas dulces, Arrhenius, análisis sensorial.

Capítulo 1

Introducción

La finalidad del siguiente trabajo es determinar si la vida de anaquel de galletas dulces con sabor a mantequilla se puede alargar mediante el uso de aditivos y un cambio de empaque. El empaque actual que se utiliza para la producción de las galletas es una película de polipropileno transparente de 30 micras de espesor. Con el uso de este empaque no se está logrando una vida útil mayor a los 6 meses. Por lo tanto, el siguiente estudio evaluará la factibilidad de utilizar un empaque con mayor barrera contra el oxígeno y el vapor de agua con el fin de alargar la vida útil de las galletas.

A la formulación se le agregó un conservante y antioxidante, ácido sórbico en una concentración de 0.005%. Para ello, se hizo una confirmación sensorial que no existe diferencia significativa entre la formulación original y la formulación con ácido sórbico añadido. Se evaluaron dos empaques de polipropileno, uno transparente de 40 micras y uno metalizado de 37 micras. El principal objetivo era definir el empaque que le otorgara una vida útil mínima de 9 meses.

En la actualidad, la vida útil de un producto está definida por el consumidor basándose en la calidad sensorial del mismo. Por lo que se evaluó la aceptabilidad del producto conforme al cambio en dos de las variables que ayudan a cuantificar la calidad de la galleta: índice de peróxidos y humedad. Se utilizaron estas dos variables debido a la naturaleza del producto, por su alto contenido de grasa y por la pérdida en crujencia que puede perder con el aumento en el contenido de humedad.

Las dos variables críticas que se estudiaron pueden afectar la aceptabilidad del consumidor y por consecuencia su vida útil. Por lo que se realizó una cuantificación de ambas a los 0, 14, 64 y 74 días de almacenamiento a condiciones aceleradas. Se almacenaron las muestras a tres temperaturas diferentes: 25°C, 38°C y 45°C. La evaluación fisicoquímica se realizó en los mismos periodos de tiempo.

Se determinó que ambos empaques de polipropileno (transparente de 40 micras y metalizado de 37 micras) alcanzaron una vida útil mínima de 9 meses en las galletas con sabor a mantequilla. Se obtuvo una mayor vida útil con el empaque de polipropileno metalizado, debido a que sus propiedades ofrecen una mejor barrera en cuanto al vapor de agua y al oxígeno. Sin embargo, el empaque transparente de 40 micras cumple en cuanto a la funcionalidad, mantiene la imagen del producto y tiene un menor costo.

Capítulo 2

Justificación

Las galletas son un producto de panadería cuyos ingredientes principales son harina, azúcar y grasa. Son alimentos no perecederos por su bajo contenido de humedad, usualmente menos de 4% lo cual les otorga una vida útil de seis meses o más. El consumidor se ve atraído a estos productos cuando mantienen su apariencia y características sensoriales adecuadas. La producción de galletas inició en cocinas domésticas y con el tiempo se trasladó a complejas plantas productoras de alimentos. (Manley, 2011) Este tipo de producto de panadería fina, se almacenan a temperatura ambiente en empaques flexibles con altas barreras contra el oxígeno y el vapor de agua. Dentro de los principales parámetros de deterioro se encuentra la oxidación de lípidos y pérdida de crujencia debido a los altos contenidos de grasa y la absorción de humedad. Mientras que el deterioro microbiológico no representa problemas durante la vida de anaquel de este tipo de productos. (Romani, 2014)

La determinación de vida útil en un producto es de alta importancia para la cadena de suministros, desde el productor hasta el consumidor. Los cambios fisicoquímicos que sufre un producto durante su almacenamiento pueden deteriorar su calidad y afectar su vida de anaquel (Chowdhury, 2012). Se deben identificar las causas del deterioro del alimento para identificar qué estrategia de conservación es más apta para el producto. Algunas tecnologías de conservación son la inactivación de microorganismos, inhibición el crecimiento bacteriano, restricción de accesos a microorganismos y tecnologías de barrera (Carillo, 2007) . Un mayor tiempo de vida útil permite que empresas productoras de alimentos puedan aumentar sus volúmenes de inventario, exista la posibilidad de exportación y disminuya el regreso de la cantidad de producto no vendido por parte de los distribuidores por la cercanía a su fecha de vencimiento.

El empaque de productos de panadería no solo representa la imagen de la marca, sino que también presenta el producto de una manera atractiva al consumidor. El empaque tiene numerosas funciones, principalmente mantener la frescura y el sabor del producto conforme el tiempo de almacenamiento. Se logra proporcionando una barrera efectiva contra la humedad, olores fuertes, protección contra la luz y contra posibles daños durante el transporte. En el empaque también se muestra el tipo de galleta, el peso neto, los ingredientes y la empresa productora. (Davidson, 2018)

El presente trabajo se enfoca en la extensión de vida útil de galletas con sabor a mantequilla producidas por una pequeña fábrica de galletas localizada en la Ciudad de Guatemala. En la actualidad la galleta cuenta con un tiempo de vida útil estimada de seis meses. Se aspira a extender la vida de anaquel a un tiempo mínimo de nueve meses para que el producto se pueda exportar a países como Estados Unidos.

El empaque crea la imagen de la empresa lo cual aumenta el porcentaje de ventas ya que llama la atención del cliente, quien reconoce la calidad de la impresión y el brillo del producto (Chowdhury, 2012). Actualmente las galletas son empacadas en bolsas flexibles de polipropileno transparente de 30 micras. Por lo tanto, se evaluarán empaques que mantengan la visualización de la galleta, así como posibles alternativas para hacer las recomendaciones que sean necesarias.

Este estudio ayudará a la mejora de un producto guatemalteco, que se ha visto afectado en términos de calidad lo cual afecta a la empresa productora debido a que limita sus posibilidades de crecimiento. Se pretende prevenir una disminución en el porcentaje de ventas en el mercado local e introducir un producto apto para la venta en un mercado internacional. Asimismo, se buscará establecer una correlación entre las variables para determinar rápidamente la calidad de un producto de panadería fina.

Capítulo 3

Objetivos

3.1 Objetivo general

Extender el tiempo de vida de anaquel de galletas con sabor a mantequilla a un mínimo de 9 meses.

3.2 Objetivos específicos

1. Determinar si hay diferencia sensorial significativa entre la formulación original y con una formulación con la adición de ácido sórbico al 0.005% (p/p).
2. Determinar el empaque (polipropileno transparente de 40 micras o polipropileno metalizado de 37 micras) que logre la vida útil mínima de nueve meses en galletas con sabor a mantequilla.
3. Definir el aumento en costos de producción que conlleva el uso de aditivos y nuevo empaque en las galletas con sabor a mantequilla y determinar su factibilidad.

Marco teórico y antecedentes

4.1 Tipos de galletas

Para la clasificación de galletas, se considera su definición como productos a base de cereal, con azúcar y grasa horneados a un contenido de humedad menor al 5%. Los tipos de galletas pueden ser diferenciados por su dureza, el método del formado de la masa o si necesita un segundo proceso. El método del formado de la masa puede variar en cuanto a si es fermentado, desarrollado, laminado, extruido, cortado con hilo entre otras formas. Un segundo proceso puede involucrar la adición de un centro cremoso, coberturas saborizadas o con la adición de jaleas. (Manley, 2011)

Las galletas tipo wafle son bajas en grasa y azúcar y se forman en placas calientes. Se agregan mezclas altas en grasa y azúcar luego del horneado y enfriado para mejorar la palatabilidad de estas. (Manley, 2011)

Las galletas conocidas como “cracker”, usan en su formulación el porcentaje más alto en agua agregada hasta un 33% y un tiempo de horneado corto de 3 minutos. A diferencia de las galletas suaves cuyo valor de agua agregada es de 13% y su tiempo de horneado es mayor a 12 minutos. La diferencia es que los ingredientes críticos para las galletas soda es la harina mientras que para las suaves es la cantidad de azúcar y grasa agregada. (Manley, 2011)

4.2 Métodos de vida de anaquel

La vida de anaquel o vida útil se define como el tiempo de un alimento después de su producción bajo condiciones de distribución, almacenamiento, comercialización donde se mantienen sus características sensoriales y es apto para el consumo. El alimento debe ser inocuo, es decir que no cause daño al consumidor. La calidad de un producto engloba todas las características que desea el consumidor. Por lo tanto, su calidad no debe haberse deteriorado de tal manera donde el consumidor lo encuentre inaceptable y que no tenga pérdidas significativas en los nutrientes reportados en la etiqueta. (Ministry for Primary Industries, 2016)

Para la determinación de vida útil de alimentos, existen métodos directos e indirectos. Los métodos directos tienden a ser más exactos debido a que se usan condiciones normales de almacenamiento. Los productos se almacenan por periodos prolongados, que sobrepasen su vida de anaquel esperada para observar los cambios en las características del producto en cuanto al tiempo. Se debe tomar en cuenta cambios en temperatura, movimiento durante el transporte o condiciones que afecten negativamente el producto durante el almacenamiento. Sin embargo, su

principal desventaja es el tiempo que toma el estudio, especialmente si el producto no es perecedero. (Ministry for Primary Industries, 2016)

En cuanto a los métodos indirectos, estos se daban en modelos predictivos para predecir el tiempo de vida de anaquel. Asimismo, se observan características físicas para ver cómo se comporta el producto. (Ministry for Primary Industries, 2016)

Debido a que la galleta es un producto con baja actividad de agua, < 0.3 se considera un producto no perecedero y por lo tanto se utiliza la cinética de reacciones. Se define un parámetro de deterioro para determinar el tiempo en que el producto no es aceptado por el consumidor. El alto contenido de grasa en galletas provoca una oxidación de lípidos que fomenta el desarrollo de la rancidez lo cual provoca olores desagradables. La oxidación de los lípidos es un proceso lento cuando se monitorea en condiciones normales de almacenamiento. Por lo que se considera conveniente realizar pruebas en condiciones aceleradas para determinar vida de anaquel. (Romani, 2014)

El factor extrínseco que más influencia la tasa de oxidación es la temperatura, por lo que es el que se decide utilizar para acelerar la prueba de vida útil. Al medir cambios en el parámetro de deterioro en al menos tres temperaturas diferentes, se puede extrapolar la tasa de reacción a la temperatura deseada utilizando la ecuación de Arrhenius. Para ello se deben tomar en cuenta los siguientes supuestos: no debe haber desviaciones en las temperaturas utilizadas con la ecuación de Arrhenius y debe existir una correlación entre el parámetro de deterioro utilizado con la aceptabilidad del consumidor. (Calligaris, 2007).

Se considera apropiado llevar a cabo un panel de consumidores simultáneamente para determinar cuando el producto llega al fin de su vida de anaquel por pruebas olfativas. Sin embargo, este enfoque es costoso y difícil de llevarlo a cabo con frecuencia por el reclutamiento de panelistas. A nivel industrial un método analítico que se relacione con la aceptabilidad sensorial es la mejor opción para evaluaciones de vida útil rutinarias. Según Calligaris el índice de peróxidos es el análisis más implementado en industria ya que el equipo no es complicado de montar en un laboratorio. (Calligaris, 2007)

4.3 Deterioro de los lípidos

Los productos altos en grasa sufren una transformación química que describe el estado del aceite conocido como rancidez. Esta transformación afecta su valor nutricional y produce aromas y sabores desagradables. Los principales tipos de rancidez es la rancidez hidrolítica y la rancidez oxidativa. (Badui Derdal, 2006)

La rancidez hidrolítica ocurre a altas temperaturas en presencia de agua, donde de hidroliza el enlace de los triglicéridos y de los fosfolípidos, utilizando las lipasas como catalizador. Al hidrolizar estos enlaces éster se liberan ácidos grasos. (Badui Derdal, 2006)

La rancidez oxidativa ocurre con más frecuencia en productos que contiene ácidos grasos insaturados, vitamina A y carotenoides. La reacción ocurre a partir de la reducción de un átomo,

este cede un electrón a un átomo diferente. Se producen sustancias de bajo peso molecular que brindan un olor rancio a las grasas. El mecanismo de oxidación de los lípidos a través de los radicales libres se divide en tres etapas: iniciación, propagación y terminación. En la iniciación se produce un radical ácido graso el cual en presencia de oxígeno se generan radicales hidroperóxidos. Como parte de la propagación, los radicales hidroperóxidos reaccionan con un ácido insaturado y se producen dos hidroperóxidos y un radical ácido graso para completar la reacción en cadena. (Badui Derdal, 2006)

4.4 Tipos de empaque utilizados en galletas y sus propiedades

El tipo de empaque utilizado en galletas varía según el material, los más comunes son de papel, metales o de plástico. Los empaques plásticos son compuestos por polímeros orgánicos cuyas propiedades se determinan por la naturaleza física y química del polímero. Los factores que afectan la densidad del polímero y las temperaturas en las que sufren una transición son: el peso molecular, el grado de cristalinidad y la composición química. (Robertson, 2011)

Las poliolefinas son una clase de termoplásticos, en la cual se encuentran los polietilenos de alta y baja densidad y el polipropileno. El polietileno de baja densidad es una película flexible, resistente y ligeramente traslúcida que provee una buena barrera contra el vapor de agua, pero no contra los gases. Mientras que el polietileno de alta densidad es más rígido con una mayor resistencia a grasas y aceites, usualmente se utiliza para la producción de botellas. (Robertson, 2011)

El polipropileno (PP) es un polímero con menor densidad (900 kg/m^3) con mejores propiedades de protección en comparación a los polietilenos. Se utiliza como polipropileno bioorientado (BOPP) en películas con alto grado de claridad. Dentro de sus propiedades se encuentra una baja transmisión de vapor de agua, permeabilidad media de gases, resistente a químicos y grasas, alta estabilidad térmica y buen brillo útil para impresión. (Robertson, 2011)

Las películas de polipropileno no orientado, o comúnmente conocidos como PP cast, puede utilizarse como planchas termoformables o para bolsas igual de delgadas y resistentes que el BOPP a un menor precio. Sin embargo, no se recomienda para alimentos densos a menos que las películas sean laminadas para una mayor resistencia a perforaciones. En cuanto a resistencia a la tracción, el BOPP tiene una resistencia hasta cuatro veces mayor que las películas del PP cast. (Robertson, 2011)

Actualmente se utiliza un empaque de polipropileno transparente con 30 micras de espesor. Este material tiene una transmisión de vapor de agua a 38°C con humedad relativa de 90% de 4.7 g/m^2 en 24 horas. En cuanto a su transmisión de oxígeno a 23°C con humedad relativa 0% es de $1,600 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ en 24 horas. Para disminuir la transmisión de vapor de agua y de oxígeno se podría aumentar el espesor del empaque hasta 40 micras. De esta manera se disminuye la transmisión de vapor de agua a 38°C con humedad relativa de 90% a 3.8 g/m^2 en 24 horas y su transmisión de oxígeno a 23°C con humedad relativa 0% a $1,200 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ en 24 horas.

Otra opción es utilizar empaque de polipropileno metalizado ya que independientemente de su espesor, su transmisión de vapor de agua a 38°C con humedad relativa de 90% en 24 horas es

de 0.3 g/m² en 24 horas. Para el empaque metalizado su transmisión de oxígeno a 23°C con humedad relativa 0% es de 80 cm³/m² en 24 horas. El uso de papel aluminio en empaques no debe ser menos a 0.025 mm ya que puede contener poros permeables a gases y vapor de agua. Sin embargo, con el grosor adecuado pueden brindar una total barrera contra la luz, humedad, grasa y gases. El papel aluminio se sella térmicamente con una capa de polietileno, polipropileno o una laca. (Robertson, 2011)

Las películas de poliéster (PET) cuentan con las propiedades adecuadas para el empaque de alimentos, ya que es un material con alta resistencia a la tracción y elevada resistencia química. Además, es ligero con buena elasticidad y cuenta con estabilidad en un amplio rango de temperaturas, desde -60°C hasta 220°C. (Robertson, 2011)

Los empaques de papel están conformados por fibras de madera, para la producción de cartón y cartón corrugado. Se utilizan como empaque para embalaje de cierta cantidad de unidades. Aunque si se ha utilizado papel laminado con polímeros plásticos que han demostrado tener buena barrera contra gases y vapor de agua. No se recomienda el uso de papel sin laminar debido a que las partículas de grasa migran a través de las fibras creando parches visibles. Si el papel contiene trazas de metal esto fomenta la rancidez y la formación de olores no deseados en el producto empacado. (Robertson, 2011)

4.5 Aditivos comúnmente utilizados en galletas

La oxidación de los lípidos es un factor de deterioro en los alimentos. La tasa de oxidación aumenta a medida los dobles enlaces de ácidos grasos aumentan mientras que la acumulación de ácidos grasos libres causantes de olores y sabores desagradables, usualmente conocido como rancidez. (Skibsted, 2010)

La estabilización de las grasas puede realizarse contralando las condiciones de almacenamiento, como la luz y la temperatura. Además, se puede utilizar antioxidantes ya que estos actúan como donadores de hidrógeno e interfieren con la reacción en cadena porque forman compuestos no radicales. (Skibsted, 2010)

4.5.1 BHT

El antioxidante butil hidroxitolueno (BHT) es de origen sintético y no causa cambios en el color, aroma o sabor de un alimento. BHT funciona sinérgicamente con BHA, TBHQ y quelantes como ácido cítrico. Cabe mencionar que en concentraciones más altas de 0.02% pueden resultar aromas fenólicos a las grasas. Según el Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) la ingesta diaria permitida es de 0 – 0.125 mg/kg de peso corporal. (Nanditha & Prabhasankar, 2009)

Según el Código Federal de Regulaciones (21 CFR Parte 182 Subparte D Sección 182.3173) se considera un producto GRAS, generalmente reconocido como seguros cuando el contenido total de antioxidantes esté por debajo del 0.02% del contenido de grasa y se utiliza en acuerdo con las buenas prácticas de manufactura. (FDA, 2018)

4.5.2 *Ácido cítrico*

El ácido cítrico es un antioxidante secundario y un agente quelante. Es de origen natural y puede utilizarse como aditivo en alimentos basándose en las buenas prácticas de manufactura ya que es considerado como una sustancia reconocida como segura. (FDA, 2018)

4.5.3 *Ácido ascórbico*

El ácido ascórbico es un agente reductor, soluble en agua, no aporta color, pero es considerado la vitamina menos estable en productos de alimentos. Funciona sinérgicamente con BHA y tocoferoles que reducen la rapidez de oxidación de grasas y aceites. (Nanditha & Prabhasankar, 2009) Según el Código Federal de Regulaciones (21 CFR Parte 182 Subparte D Sección 182.3013) se considera un producto GRAS, generalmente reconocido como seguros cuando se utiliza en acuerdo con las buenas prácticas de manufactura. (FDA, 2018)

4.5.4 *Ácido sórbico*

El ácido sórbico es un ácido débil con un sabor neutro que es soluble en agua, pero poco soluble en grasas. En mezclas de productos de panadería, el ácido sórbico puede agregarse durante el proceso de elaboración de la masa, este soporta el horneado sin pérdidas significativas. El ácido sórbico es comúnmente utilizado como antimicrobiano por su protección contra mohos y levaduras, y aumenta el tiempo en que un producto se considera comestible entre un 100 – 500 % al compararlo con un producto libre de aditivos. Es importante tomar en cuenta que no se recomienda utilizarlo en masas fermentadas con levaduras ya que inhibe su capacidad leudante. (Lück, 1990)

Según el Código Federal de Regulaciones (21 CFR Parte 182 Subparte D Sección 182.3089) se considera un producto GRAS, generalmente reconocido como seguros cuando se utiliza en acuerdo con las buenas prácticas de manufactura. (FDA, 2018)

4.5.5 *Tocoferoles*

Los tocoferoles son antioxidantes de origen natural, se pueden encontrar en el tejido de algunas plantas, nueces, aceites vegetales, frutas y vegetales. Los tocoferoles son compuestos con actividad antioxidante pero menos efectivos que BHA y BHT. La actividad antioxidante de los homólogos varía según la temperatura. A temperaturas altas, entre 50 °C y 100°C la actividad antioxidante es mayor para el homólogo δ , seguido de γ , β y α . Sin embargo, α -tocoferol es el más abundante, puede ser sintetizado químicamente y su actividad biológica es el doble que los homólogos γ , β y hasta 100 veces más que el homólogo δ . Los tocoferoles son de color amarillo pálido, traslúcidos, viscosos, oleosos y solubles en grasas y aceites. Por sí solos pueden aportar sabores no deseados, pero funcionan sinérgicamente con BHA, TBHQ, lecitina, aminoácidos, ácido ascórbico, y palmitato de ascorbilo. En galletas tipo cracker y productos de panadería con manteca que fueron tratados con 0.01-0.1% de tocoferol ya sea solo o en combinación con BHA

(0.01%) fueron más resistentes hacia la rancidez que las muestras control. (Nanditha & Prabhasankar, 2009)

Los tocoferoles son compuestos con actividad de vitamina E. La principal función de la vitamina E es un antioxidante que protege las células y tejidos del daño oxidativo que producen los radicales libres. Puede estimular respuestas inmunológicas, inhibir la iniciación de células cancerígenas e inhibir la conversión de nitritos a nitrosaminas las cuales son productoras de tumores. Similarmente el β -caroteno es un compuesto provitamina A que usualmente se utiliza como colorante, pero también tiene actividad antioxidante. En un estudio elaborado por Quilez *et al.* en el 2005 hizo una evaluación sensorial en croissants y magdalenas que fueron tratadas con α – tocoferol y β -carotenos. No se encontró diferencia con las muestras control, indicante que se pueden incluir en productos de panadería como ingredientes funcionales ya que su inclusión no afecta la apariencia ni el sabor. (Nanditha & Prabhasankar, 2009)

En comparación, un antioxidante sintético tiende a ser más eficiente que un natural, además de tener menor costo. Es estable en un amplio rango de temperaturas y tiempo, pero algunos si pueden impartir color, sabores residuales y han mostrado resultados positivos en cuanto a estudios de toxicología. Por otro lado, los antioxidantes naturales son más aceptados por los consumidores y son considerados como seguros. Además, no han mostrado resultados positivos en estudios toxicológicos, pero no tienden a ser estables bajo altas temperaturas. (Nanditha & Prabhasankar, 2009)

4.5.6 Normativa regulatoria de aditivos

Cuadro 1. Nivel máximo permitido de aditivos en productos de panadería fina (galletas)

Aditivo	INS	Regulación	Nivel máximo
BHT	321	RTCA 67.04.54:10	200 mg/ kg
		CRF (FDA)	< 0.02% sobre el contenido de grasa
Ácido cítrico	330	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM
Ácido ascórbico	300	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM
α -Tocoferoles	307c	RTCA 67.04.54:10	200 mg/ kg
Ácido sórbico	200i	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM
Sorbato de sodio	201	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM
Sorbato de potasio	202	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM
Sorbato de calcio	203	RTCA 67.04.54:10	BPM
		CRF (FDA)	BPM

Fuente: Elaboración propia

Según las Especificaciones de Producto Terminado una de las grasas vegetales utilizadas en la formulación contiene 0.004% de TBHQ y 0.002% de ácido cítrico como acidulante, sin

embargo, también cumple con la función de antioxidante por lo que se tomará en cuenta para evitar sobrepasar la cantidad máxima por aditivos de transferencia. Similarmente, la segunda grasa vegetal utilizada contiene preservantes que también tienen función antioxidante. Contiene 100 mg de ácido cítrico, 500 mg de benzoato de sodio, 500 mg de ácido sórbico por kg de margarina. Además, contiene menos de 100 mg de antioxidantes BHA, BHT y TBHQ. Para no sobrepasar los límites permitidos de BHT no se utilizará como aditivo en la formulación experimental.

4.6 Tipos de pruebas sensoriales

Existen diferentes tipos de pruebas de análisis sensorial según su aplicación. Las pruebas descriptivas permiten describir y comparar atributos de una muestra según patrones definidos con anterioridad. Las pruebas discriminatorias determinan si existe diferencia significativa entre muestras. Las pruebas de aceptación sirven para cuantificar la preferencia de los panelistas sobre una muestra. Además, existen pruebas con paneles entrenados donde se toman en cuenta niveles de sensibilidad basados en umbrales mínimos de detección. (Valls, 1999)

4.6.1 Pruebas de discriminación

La prueba de triángulo es un tipo de prueba de discriminación donde el panelista recibe dos muestras iguales y una diferente. El propósito de la prueba es que el panelista indique cuál es la muestra diferente. Para minimizar sesgos se presenta el mismo número de veces los seis diferentes órdenes de presentación que se pueden realizar: ABB, BBA, ABA, BAA, BBA y BAB. La prueba puede ser de elección forzada donde el panelista debe elegir la muestra diferente, aunque no esté seguro o de libre elección que le permite decidir que no hay diferencia entre muestras. (Valls, 1999)

4.6.2 Pruebas de aceptación

En las pruebas de aceptación se evalúan más de dos muestras para obtener más información sobre un producto. Las pruebas de preferencia involucran a otro producto para lograr compararlo con la muestra, mientras que las de aceptación no. El propósito de esta prueba es medir el grado de satisfacción que los panelistas tienen sobre la muestra. La metodología más eficiente es utilizar escalas hedónicas para medir el grado de gusto o disgusto que produce la muestra. (Ibáñez, 2011)

5.1 Muestreo

Para la siguiente investigación se utilizaron galletas dulces con sabor a mantequilla en presentación de 75g, las cuales provienen de la empresa Aripa S.A ubicada en Santa Catarina Pinula, Guatemala. Cada una de las muestras pertenece al mismo número de lote, se realizaron bajo las mismas condiciones de proceso y de materia prima. Actualmente, la formulación cuenta con un tiempo de vida de anaquel estimado es de 6 meses. Por lo tanto, se utilizó ácido sórbico como conservante con el fin de alargar el tiempo de vida útil.

Para este estudio las muestras utilizadas consisten en la formulación original de la galleta y un agregado de ácido sórbico al 0.005% (p/p). Las muestras fueron empacadas en dos diferentes materiales de empaque: polipropileno transparente de 40 micras y polipropileno metalizado de 37 micras.

5.2 Diseño experimental

Antes de iniciar el estudio de vida útil, fue necesario aplicar una prueba sensorial de discriminación con 54 panelistas. Se utilizó el diseño de una prueba de triangulo con el fin de determinar si existía diferencia entre la formulación original y la nueva formulación con ácido sórbico añadido. Se utilizaron 9 muestras de 75 g, tanto para la galleta original como para la galleta con la formulación modificada. Al no encontrar diferencia significativa entre formulaciones se procedió a la siguiente fase de la experimentación. Si la diferencia fuese notable, se debe reformular y repetir el panel para confirmar.

Se introdujeron 22 muestras de 75 g de cada empaque a diferentes temperaturas de almacenamiento. Se trabajaron tres temperaturas: temperatura ambiente, 38°C (311 K) y 45°C (318 K). Según el Instituto Nacional de Estadística la humedad relativa promedio en abril del 2016 en Guatemala, es de 72.3% y su temperatura de 24.7°C (297 K). Por lo que se tomarán en cuenta estos datos para el análisis de vida útil al final del estudio (INE, 2017). Se tomó una muestra para evaluar el índice de peróxidos y humedad. La determinación de análisis fisicoquímicos se realizó en los siguientes periodos de tiempo: 0, 14, 64 y 74 días.

La determinación de humedad se realizó mediante el secado de 10 g de producto mediante el uso de un horno de convección a 60°C por 24 horas. La muestra se maceró en una licuadora inmediatamente después de abierta para homogenizarla. Las mediciones se realizaron en triplicado, y el contenido de humedad se determinó mediante la diferencia de pesos. (USDA, 2018)

La extracción de grasa de las galletas se hizo mediante una extracción sólido-líquido con un extractor de Soxhlet. Se utilizó 80 ml de n-hexano como solvente para cada muestra de 10 g de galleta macerada. En la etapa de inmersión y lavado se ajustó el controlador de temperatura a 110°C para lograr un calentamiento de 100°C. Para la etapa de recuperación la temperatura se aumentó a 140°C y lograr que la temperatura alcanzara 130°C. La grasa recolectada en los vasos de vidrio fue pesada para determinar el porcentaje de grasa de la muestra. Las muestras se realizaron en triplicado para cada variable.

Posterior a la extracción de grasa, la determinación de índice de peróxidos se basó en el método 965.33 de la AOAC. La grasa extraída se disolvió en una solución de ácido acético y cloroformo. Se hizo una titulación con tiosulfato de sodio 0.01 M utilizando una solución de yoduro de potasio y almidón al 1% como indicador. Todos los datos fueron recolectados en tablas apropiadas conforme al tiempo y se determinó el promedio y desviación estándar de cada medición que fue trabajada en triplicado.

Mediante un panel sensorial de 60 panelistas no entrenados, se midió la aceptación de la galleta. Se eligió una prueba de aceptación general del producto y no de atributos específicos con el fin de no predisponer al consumidor que hay algo diferente con la muestra. La forma usual de consumo de una galleta de este tipo es probarla directamente y no detenerse a evaluar una característica en específico, como por ejemplo el aroma.

A los panelistas se les brindó una boleta de prueba donde evaluaron en una escala hedónica de 1 a 9 la aceptación de la galleta. Se consideró que la calificación 1 representa que al consumidor “Le disgusta muchísimo” el producto, y una calificación de 9 representa un “Me gusta muchísimo”. Los datos recolectados fueron analizados para obtener el promedio y desviación estándar de cada periodo de tiempo y determinar si existe una tendencia. Se espera que la aceptación de las muestras disminuya conforme al tiempo que permanecen almacenadas a temperaturas elevadas.

El valor crítico de deterioro para cada parámetro se determinó con galletas proporcionadas por la empresa. Las galletas ya no cumplían con las características sensoriales esperadas, su nivel de crujencia había disminuido notablemente. Además, al oler el empaque eran notables tonos de rancidez en las galletas. Por lo tanto, se analizó su índice de peróxidos y humedad para determinar el valor crítico de deterioro. Las muestras tenían 22 meses desde su producción al momento de evaluar los parámetros. Se esperaba validar el valor crítico con el análisis sensorial de aceptación.

6.1 Análisis sensorial de discriminación

Cálculo 1. Cálculo para determinar el número mínimo de respuestas correctas con base un alfa de 0.05 para determinar si hay diferencia significativa entre la formulación original y la formulación con ácido sórbico

$$X = 0.4714 (Z) \sqrt{N} + \frac{2N + 3}{6}$$
$$X = 0.4714 \times 1.64 \times \sqrt{54} + \frac{2(54) + 3}{6}$$
$$X = 24.18 \approx 24$$

Se obtuvieron 18 respuestas correctas y el número mínimo era 24.

∴ No hay diferencia significativa

Según la prueba de triángulo, el número mínimo de respuestas correctas para que hubiese diferencia significativa entre formulaciones de la galleta es de 25. Según las respuestas de los 54 (N) panelistas encuestados, solo 18 respuestas fueron correctas. Por lo tanto, se considera que no hay diferencia significativa entre la formulación original de galletas dulces con sabor a mantequilla, y la formulación con un agregado de 0.005% de ácido sórbico como conservante.

6.2 Índice de peróxidos

En el Cuadro 2 se observa que el índice de peróxidos en las galletas dulces con sabor a mantequilla fue aumentando a medida el tiempo transcurría. Se considera que el valor inicial en las galletas es de 0.61 ± 0.20 meq de peróxido/ kg de grasa, ya que el análisis se hizo mientras las galletas se encontraban frescas. Es importante notar que este valor no puede ser cero debido a que la grasa incorporada en la formulación pasó a través de un proceso térmico, siendo el horneado de las mismas. Durante el proceso de horneado la temperatura que alcanza la galleta supera los 110 °C. Por lo tanto, existe un proceso de deterioro en la calidad de la grasa y se refleja en el valor inicial reportado.

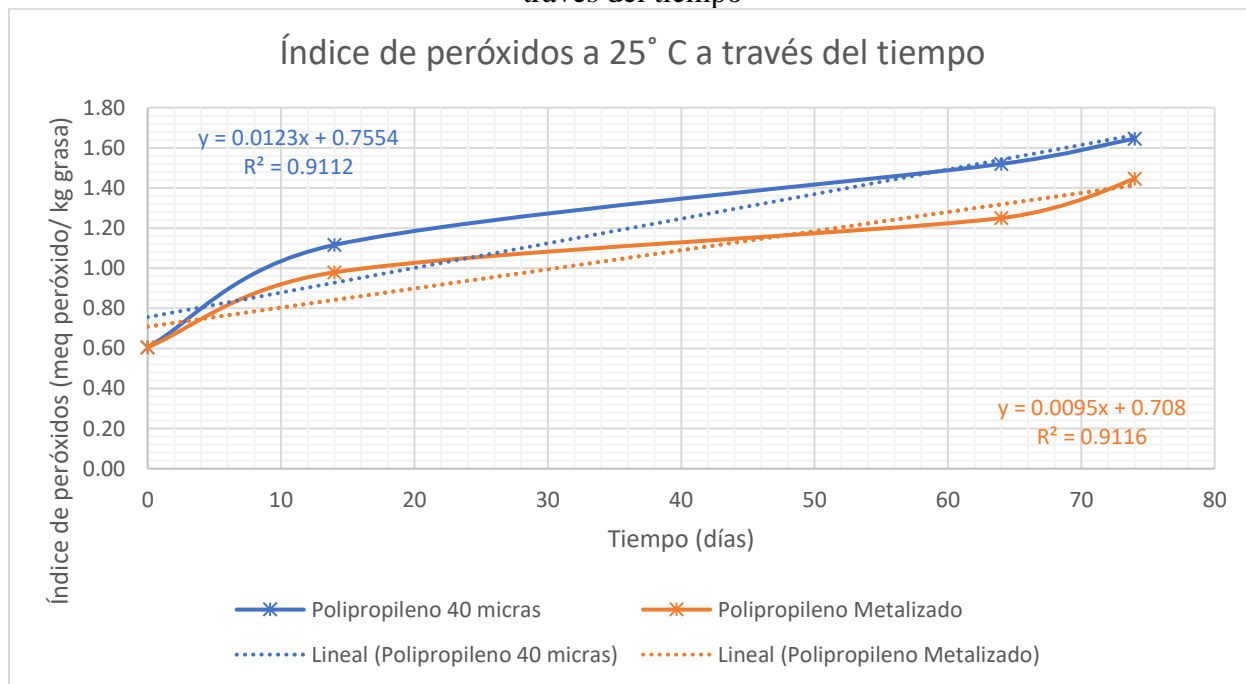
Cuadro 2. Resumen de índice de peróxidos promedio a través del tiempo en galletas con sabor a mantequilla almacenadas en tres temperaturas diferentes.

IP (meq peróxido / kg de grasa)				
Empaque	Tiempo (días)	25°C	38°C	45°C
Polipropileno 40 micras	0	0.61 ± 0.20	0.61 ± 0.20	0.61 ± 0.20
	14	1.12 ± 0.22	0.73 ± 0.29	2.12 ± 0.25
	64	1.52 ± 0.60	1.90 ± 0.12	3.51 ± 2.85
	74	1.65 ± 0.22	2.39 ± 0.20	3.66 ± 0.47
Polipropileno Metalizado	0	0.61 ± 0.20	0.61 ± 0.20	0.61 ± 0.20
	14	0.98 ± 0.39	0.66 ± 0.29	1.65 ± 0.23
	64	1.25 ± 0.62	1.54 ± 0.16	2.58 ± 0.69
	74	1.45 ± 0.12	1.71 ± 0.22	3.14 ± 0.47

Fuente: Elaboración propia

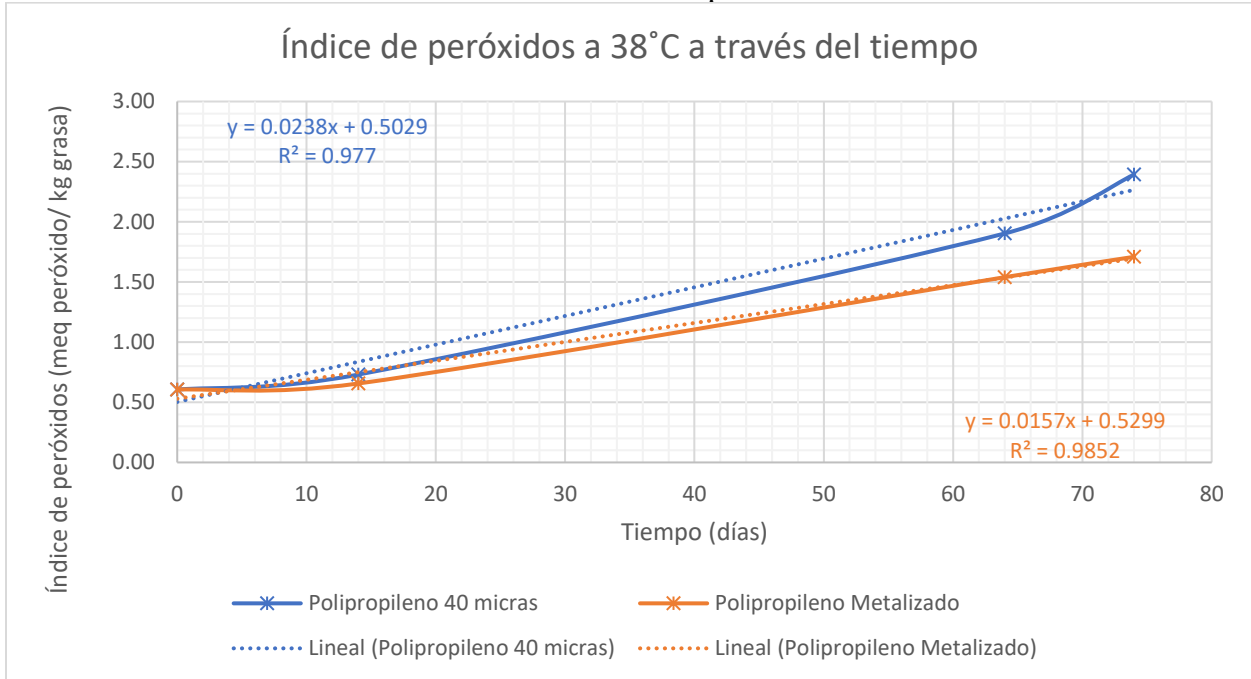
Para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras se llegó a un nivel de 3.66 ± 0.47 meq de peróxido/ kg de grasa en las condiciones más extremas, es decir a 45°C a los 74 días de incubación. Similarmente, se llegó a un valor de 3.14 ± 0.47 meq de peróxido/ kg de grasa en las mismas condiciones para el empaque de polipropileno metalizado. Es decir que existe una diferencia de 0.52 meq de peróxido/ kg de grasa a favor del empaque de polipropileno metalizado. A continuación, se presentan gráficamente los cambios de índice de peróxido a 25°C , 38°C y 45°C .

Figura 1. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 25°C a través del tiempo



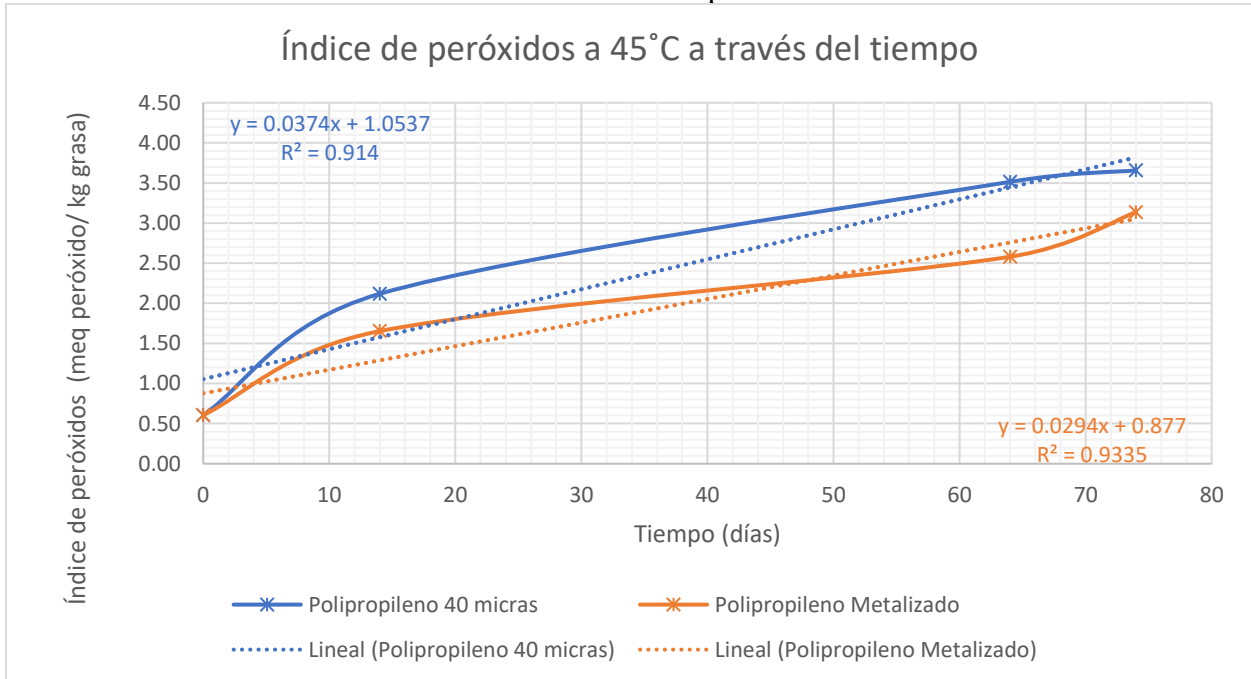
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 38°C a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Cambio en índice de peróxidos en galletas dulces con sabor a mantequilla a 45°C a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 1, 2 y 3 se observa claramente como los valores de índice de peróxidos son ligeramente mayores para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras que para el empaque de polipropileno metalizado. El aumento en índice de peróxidos es proporcional a la temperatura, a mayor temperatura mayor es el índice de peróxidos. Esta relación se puede observar en ambos empaques. Para las tres temperaturas de incubación, se obtuvieron coeficientes de correlación lineal cercanos a 1. El coeficiente de correlación más bajo fue para los resultados de índice de peróxidos en el empaque de polipropileno de 40 micras almacenado a 25°C, con un valor de $R^2 = 0.9112$. Según los resultados obtenidos, se demuestra que el empaque de polipropileno metalizado tiene una mejor barrera ante el oxígeno.

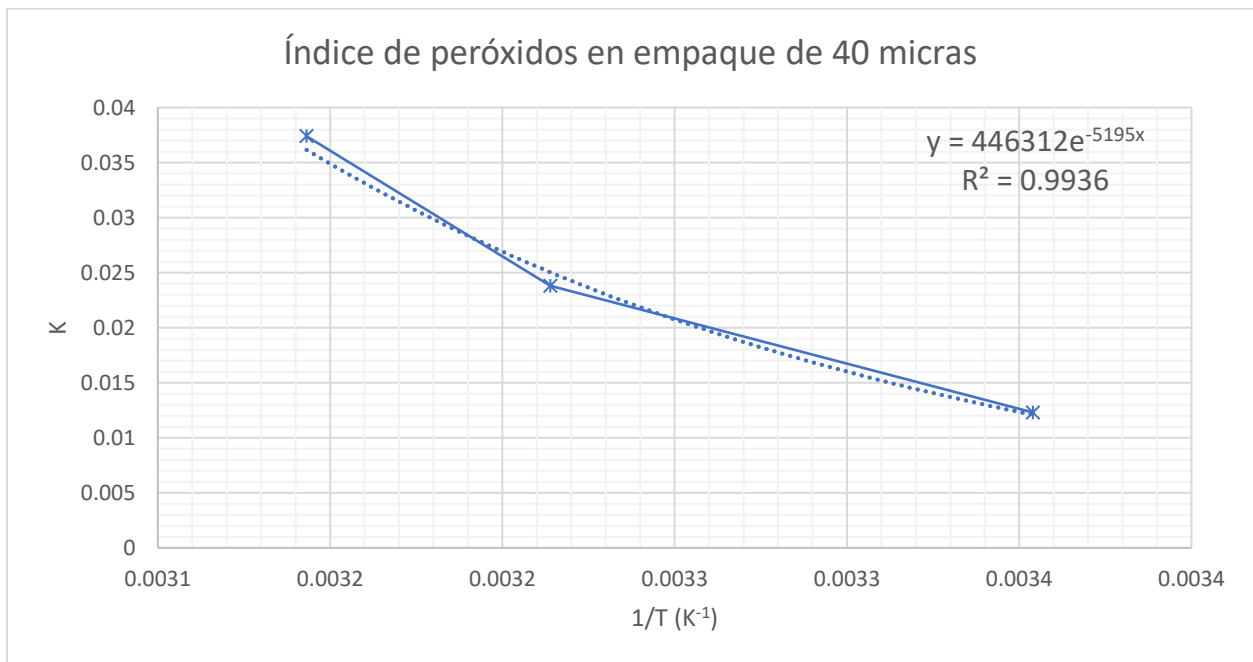
Cuadro 3. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno laminado de 40 micras

Índice de peróxidos					
T (°C)	T (K)	1/T (K ⁻¹)	K	Intercepto	R ²
24.7	297.85	0.0034	0.0123	0.7554	0.9112
38.0	311.15	0.0032	0.0238	0.5029	0.9770
45.0	318.15	0.0031	0.0374	1.0537	0.9140

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 3 se observa que las líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo tienen un coeficiente de regresión lineal cercanos a uno. El valor más bajo fue de 0.9112 para los 25°C y el más alto fue de 0.9770 para los 38°C.

Figura 4. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno laminado de 40 micras



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 se observan gráficamente los valores del Cuadro 3 y se determinó que la ecuación de Arrhenius mediante una regresión exponencial. El coeficiente de correlación es muy cercano a 1 con un valor de 0.9936.

Cuadro 4. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base al índice de peróxidos como variable crítica de deterioro

Índice de peróxidos					
Polipropileno transparente de 40 micras					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	Pendiente	Intercepto	K
24.7	297.85	0.0034	-5195	446312	0.0119
Ao	A	K	Tiempo (días)	Tiempo (meses)	Tiempo (años)
0.61	15.26	0.0119	272	9.1	0.7

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el Cuadro 4 se determinó el tiempo de vida útil para las galletas almacenadas en el empaque de polipropileno transparente de 40 micras. Se utilizó un valor de 15.2 ± 0.8 meq de peróxido / kg de grasa como valor crítico de deterioro. Es decir que el tiempo en que la galleta llegue a un valor de índice de peróxidos equivalente al valor crítico, su vida útil finaliza. Según la regresión determinada, el tiempo de vida útil de la galleta es de 9 meses.

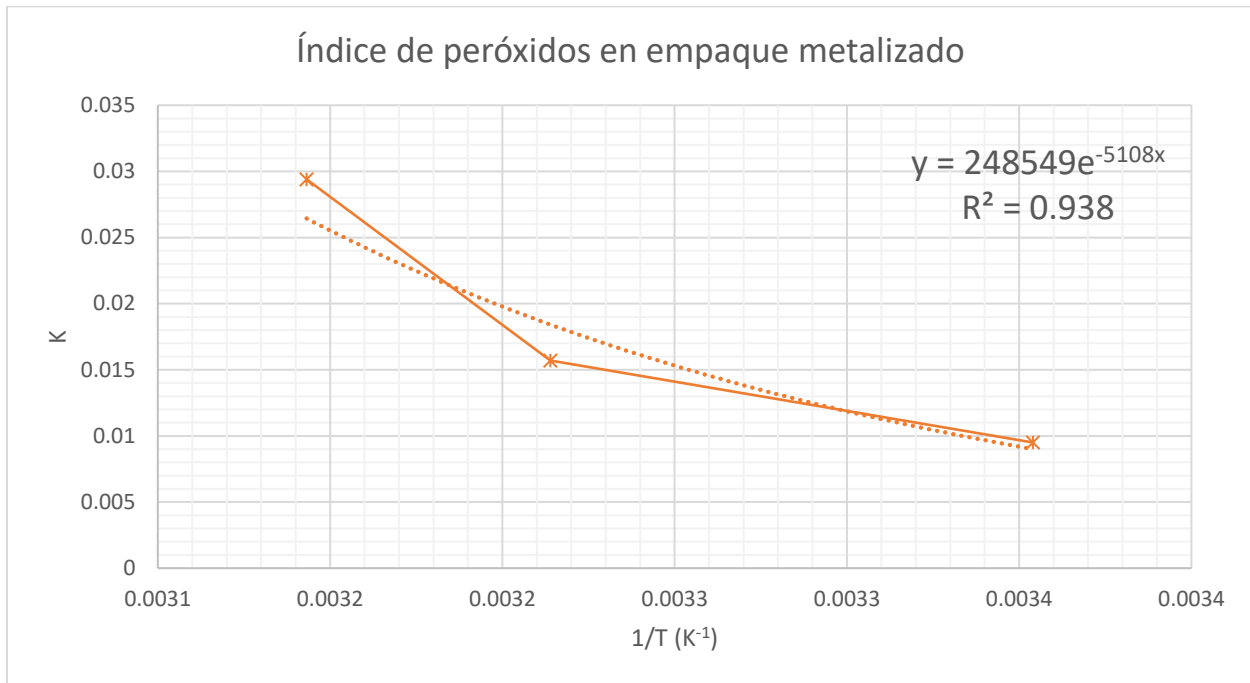
Cuadro 5. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno metalizado

Índice de peróxidos					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	K	Intercepto	R²
24.7	297.85	0.0034	0.0095	0.7080	0.9116
38.0	311.15	0.0032	0.0157	0.5299	0.9852
45.0	318.15	0.0031	0.0294	0.8770	0.9335

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 5 se observa que las líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo tienen un coeficiente de regresión lineal cercanos a uno. El valor más bajo fue de 0.9116 para los 25°C y el más alto fue de 0.9852 para los 38°C.

Figura 5. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno metalizado



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se observan gráficamente los valores del Cuadro 5 y se determinó que la ecuación de Arrhenius mediante una regresión exponencial. El coeficiente de correlación es cercano a 1 con un valor de 0.938, pero se considera más alejado que el coeficiente obtenido para el empaque de polipropileno de 40 micras.

Cuadro 6. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base al índice de peróxidos como variable crítica de deterioro

Índice de peróxidos					
Polipropileno metalizado					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	Pendiente	Intercepto	K
24.7	297.85	0.00336	-5108	248549	0.0089
Ao	A	K	Tiempo (días)	Tiempo (meses)	Tiempo (años)
0.6	15.2	0.0089	364	12.0	1.0

Fuente: Elaboración propia

Para el empaque de polipropileno metalizado el valor crítico se mantiene igual. Utilizando la ecuación de Arrhenius el tiempo de vida útil calculado es de 12 meses.

6.3 Humedad

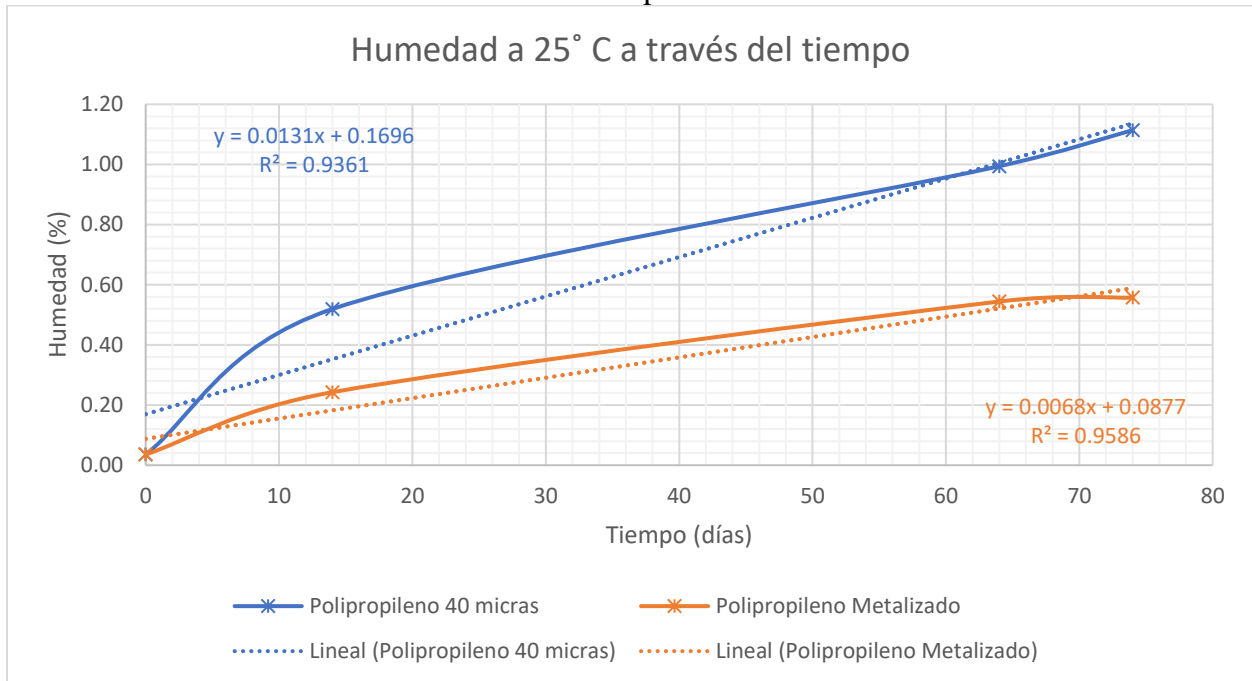
Cuadro 7. Resumen de humedad a través del tiempo en galletas con sabor a mantequilla almacenadas en tres temperaturas diferentes.

Humedad (%)				
Empaque	Tiempo (días)	25°C	38°C	45°C
Polipropileno 40 micras	0	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.02
	14	0.52 ± 0.06		0.25 ± 0.06
	64	0.99 ± 0.09	1.20 ± 0.05	1.33 ± 0.01
	74	1.11 ± 0.06	1.26 ± 0.06	1.38 ± 0.01
Polipropileno Metalizado	0	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.04 ± 0.02
	14	0.24 ± 0.22	0.50 ± 0.07	0.27 ± 0.13
	64	0.54 ± 0.12	0.65 ± 0.02	0.84 ± 0.03
	74	0.56 ± 0.08	0.75 ± 0.09	0.94 ± 0.02

Fuente: Elaboración propia

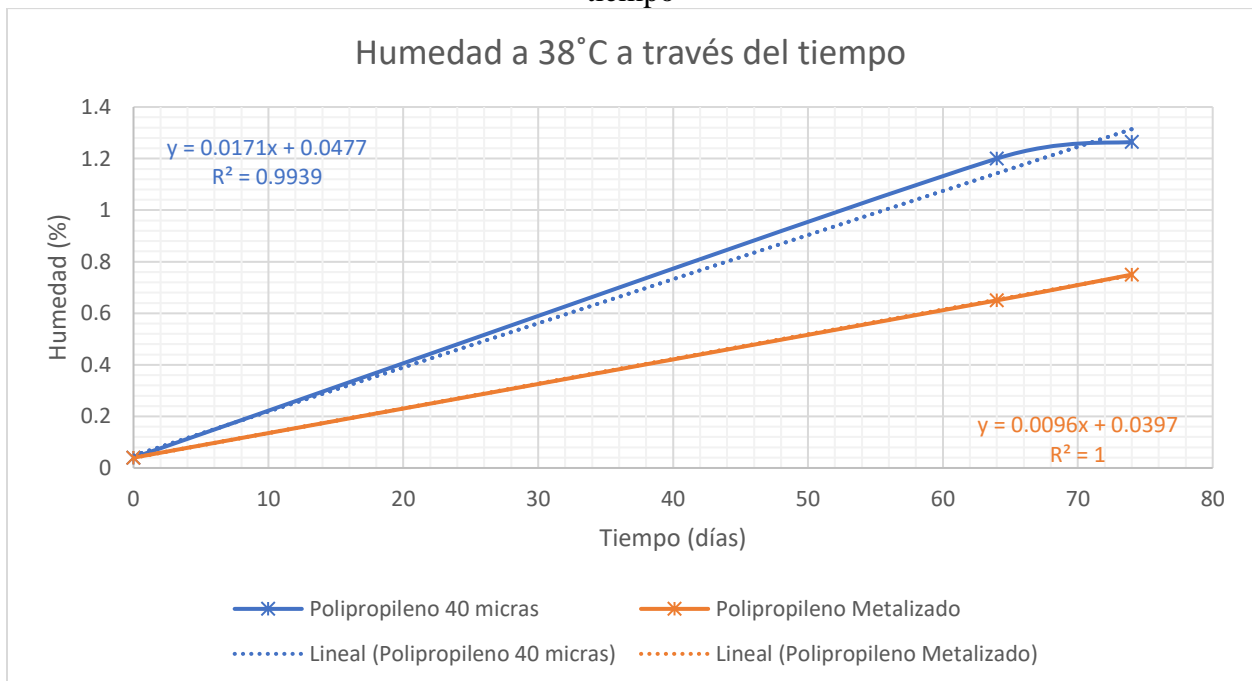
En el Cuadro 7 se observan los cambios en la humedad de las galletas con sabor a mantequilla conforme al tiempo en diferentes temperaturas de almacenamiento. El valor inicial de humedad en las galletas frescas, previo a días de incubación, es de 0.04 ± 0.02 %. Se observa que conforme al tiempo existe un aumento gradual en el porcentaje de humedad. Similarmente al índice de peróxidos, los valores más altos en humedad se obtuvieron a la mayor temperatura de almacenamiento (45°C). Para el empaque de polipropileno de 40 micras la humedad máxima alcanzada fue de 1.38 ± 0.01 % y para el empaque de polipropileno metalizado fue de 0.94 ± 0.02 %. Existe una diferencia de 0.44% entre ambos empaques, es decir que el empaque de polipropileno metalizado aporta una mejor barrera ante el vapor de agua del ambiente.

Figura 6. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 25°C a través del tiempo



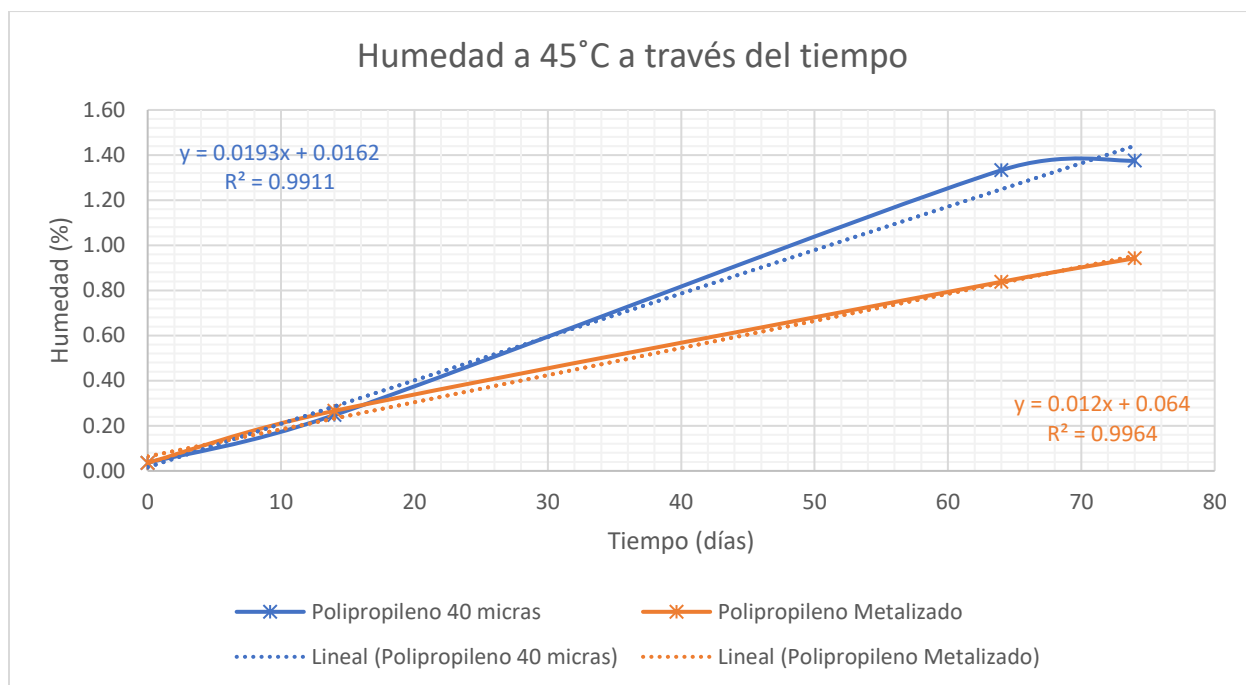
Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 38°C a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Cambio en humedad en galletas dulces con sabor a mantequilla a 45°C a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

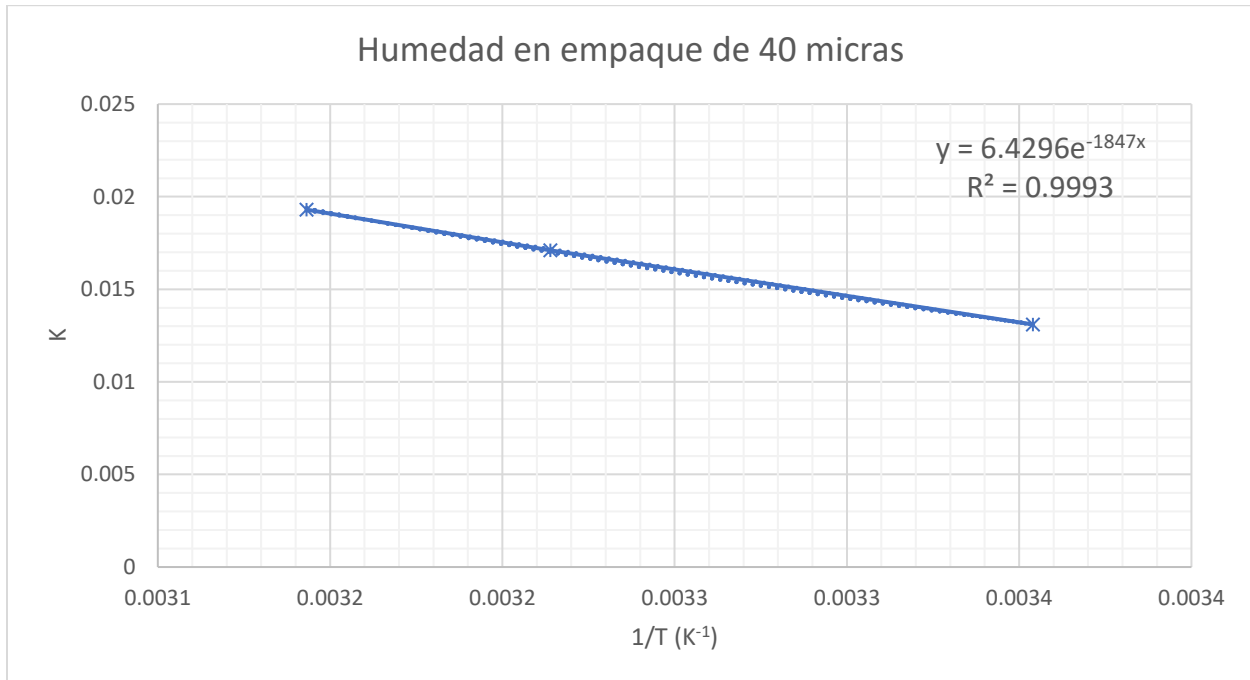
En las figuras 6, 7 y 8 se observa claramente cómo los valores de humedad son mayores para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras que para el empaque de polipropileno metalizado. El aumento en contenido de humedad es proporcional a la temperatura, a mayor temperatura mayor es la humedad en el producto. Esta relación se puede observar en ambos empaques. Para las tres temperaturas de incubación, se obtuvieron coeficientes de correlación lineal cercanos a 1. El coeficiente de correlación más bajo fue para los resultados de índice de peróxidos en el empaque de polipropileno de 40 micras almacenado a 25°C, con un valor de $R^2 = 0.9361$.

Cuadro 8. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en humedad a través del tiempo para el empaque de polipropileno laminado de 40 micras

Humedad					
T (°C)	T (K)	1/T (K ⁻¹)	K	Intercepto	R ²
24.7	298.15	0.0034	0.0131	0.1696	0.9361
38.0	311.15	0.0032	0.0171	0.0477	0.9939
45.0	318.15	0.0031	0.0193	0.0162	0.9911

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en humedad conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno laminado de 40 micras



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base en la humedad como variable crítica de deterioro

Humedad					
Polipropileno transparente de 40 micras					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	Pendiente	Intercepto	K
24.7	297.85	0.0034	-1847	6.4296	0.0130
Ao	A	K	Tiempo (días)	Tiempo (meses)	Tiempo (años)
0.04	3.91	0.0130	360	12.0	1.0

Fuente: Elaboración propia

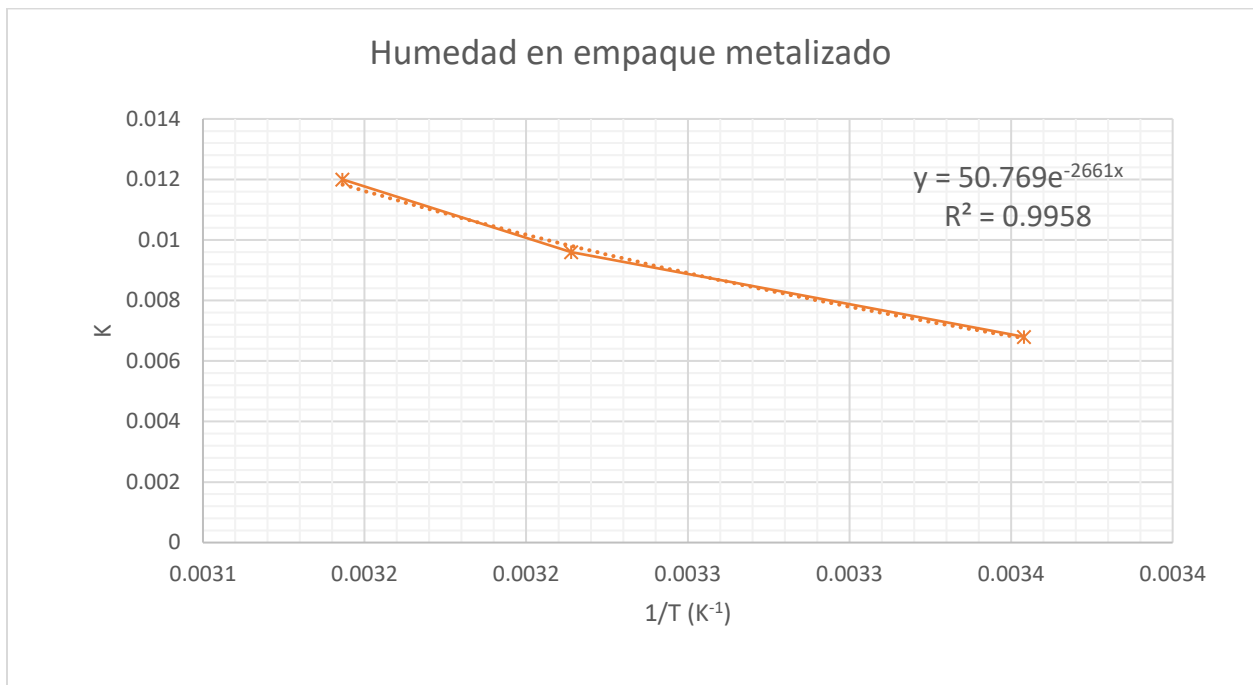
Nuevamente, se utilizó la ecuación de Arrhenius obtenida mediante la gráfica (ver Figura 9.) cuyo coeficiente de correlación fue el valor más cercano a 1, con 0.9993. Se obtuvo un valor de velocidad de reacción de 0.0130, el valor crítico fue de $3.91 \pm 0.05\%$ de humedad y un valor inicial de humedad de $0.04 \pm 0.02\%$. El cálculo de vida útil demostró un tiempo de 12 meses a temperatura ambiente para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras. A continuación, se presentan los datos para la determinación de vida útil para el empaque de polipropileno metalizado.

Cuadro 10. Resumen de líneas de regresión obtenidas para el cambio en índice de peróxidos a través del tiempo para el empaque de polipropileno metalizado

Humedad					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	K	Intercepto	R²
24.7	297.85	0.0034	0.0068	0.0877	0.9586
38.0	311.15	0.0032	0.0096	0.0397	1.0000
45.0	318.15	0.0031	0.0120	0.0640	0.9964

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Gráfica de Arrhenius de velocidad de reacción (k) vs. Inverso de temperatura de absoluta obtenida mediante el cambio en índice de peróxidos conforme al tiempo en galletas de mantequilla en empaque de polipropileno metalizado



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11. Resumen de datos obtenidos para determinar la vida útil mediante la ecuación Arrhenius con base en la humedad como variable crítica de deterioro

Humedad					
Polipropileno metalizado					
T (°C)	T (K)	1/T (K⁻¹)	Pendiente	Intercepto	K
24.7	297.85	0.0034	-2661	50.769	0.0067
Ao	A	K	Tiempo (días)	Tiempo (meses)	Tiempo (años)
0.04	3.91	0.0067	702	23.4	1.9

Fuente: Elaboración propia

Para el empaque de polipropileno metalizado se determinó que la ecuación de Arrhenius es de: $k = 50.769 e^{-2661 \times \frac{1}{T}}$ y se determinó que el valor de la velocidad de reacción es de 0.0067. Utilizando 0.04 ± 0.02 % como valor inicial de humedad y 3.91 ± 0.05 % como valor crítico de deterioro, se determinó un tiempo de vida útil de 23 meses.

Al comparar todos los resultados, se puede observar una diferencia en los tiempos de vida útil según la variable crítica escogida. Utilizando el índice de peróxidos como variable de deterioro, los tiempos de vida útil se acortan para ambos empaques. Para el empaque de polipropileno transparente de 40 micras de obtuvo una vida útil de 9 meses y para el empaque de polipropileno metalizado fueron 12 meses.

El tiempo de vida útil estimado de la galleta actual en un empaque de polipropileno de 30 micras de espesor y con una formulación libre de conservantes, es de 6 meses. Es decir que, según los resultados, el cambio de empaque a uno de mayor barrera de 40 micras de espesor y la adición de ácido sórbico si representa un cambio en la vida útil del producto. En ambos casos, el tiempo de vida útil es el esperado ya que llegaron al mínimo de 9 meses que se pretendía.

La diferencia de 3 meses entre empaques puede estar influenciada por la transmisión de oxígeno. El empaque transparente tiene una transmisión de oxígeno a 23°C con humedad relativa 0% de $1,200 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ en 24 horas. Mientras que el empaque metalizado tiene una transmisión de oxígeno a 23°C con humedad relativa 0% de $80 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ en 24 horas. Es decir que por las propiedades del empaque el empaque metalizado tiene una mejor barrera ante el oxígeno y pudo influenciar el aumento en vida útil de las galletas.

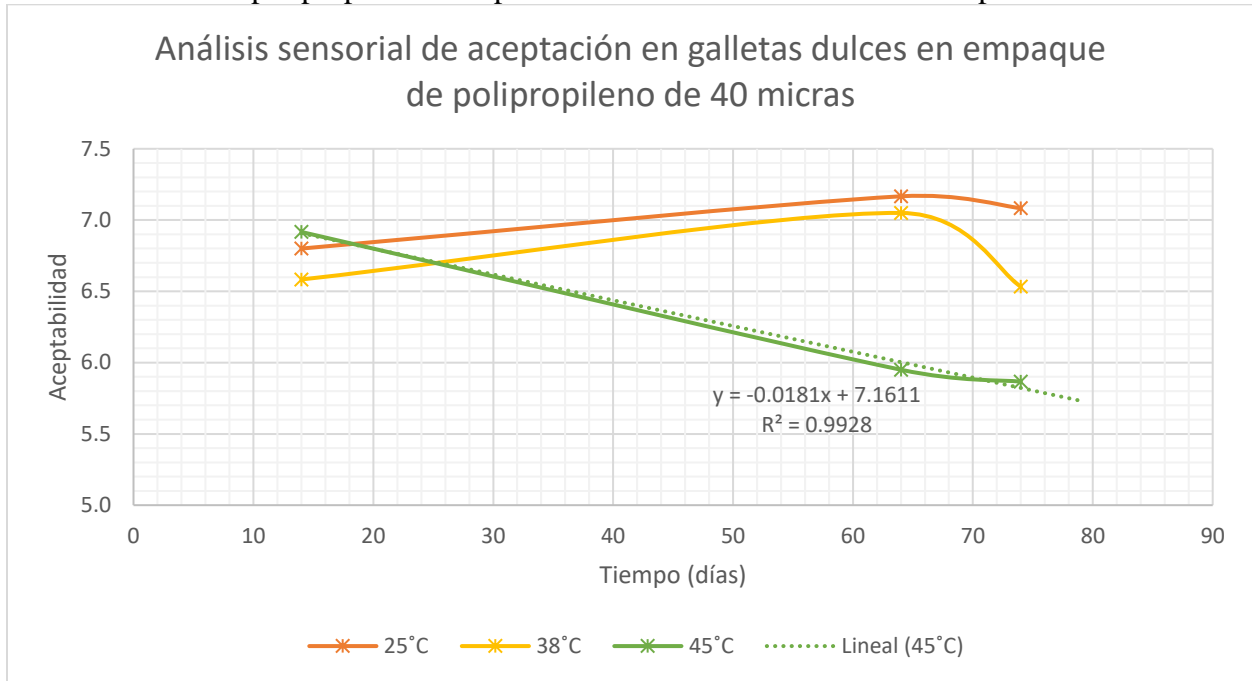
Por otro lado, al tomar en cuenta la humedad como variable crítica de deterioro se determinó que para los empaques de polipropileno de 40 micras y metalizado tienen tiempos de vida útil de 12 y 23 meses, respectivamente. Es en este punto cuando la galleta pierde las características sensoriales esperadas, con una disminución de crujencia y dureza en la textura.

Los 11 meses de diferencia que proporciona el empaque metalizado se debe a que tiene una transmisión de vapor agua a 38°C con humedad relativa de 90% es de $0.3 \text{ g}/\text{m}^2$ en 24 horas. Mientras que para el empaque transparente la transmisión de vapor de agua a 38°C con humedad relativa de 90% es de $3.8 \text{ g}/\text{m}^2$ en 24 horas. La diferencia en permeabilidad de agua entre empaques es de $3.5 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h}$, lo cual explica el por qué el empaque metalizo brinda una mejor barrera ante la humedad.

Con ambos empaques de polipropileno (transparente y metalizado) se logró una vida útil que sobrepasa el mínimo de 9 meses que se esperaba. Sin embargo, la implementación de cualquiera de los dos empaques representa un costo monetario a la empresa fabricante de las mismas.

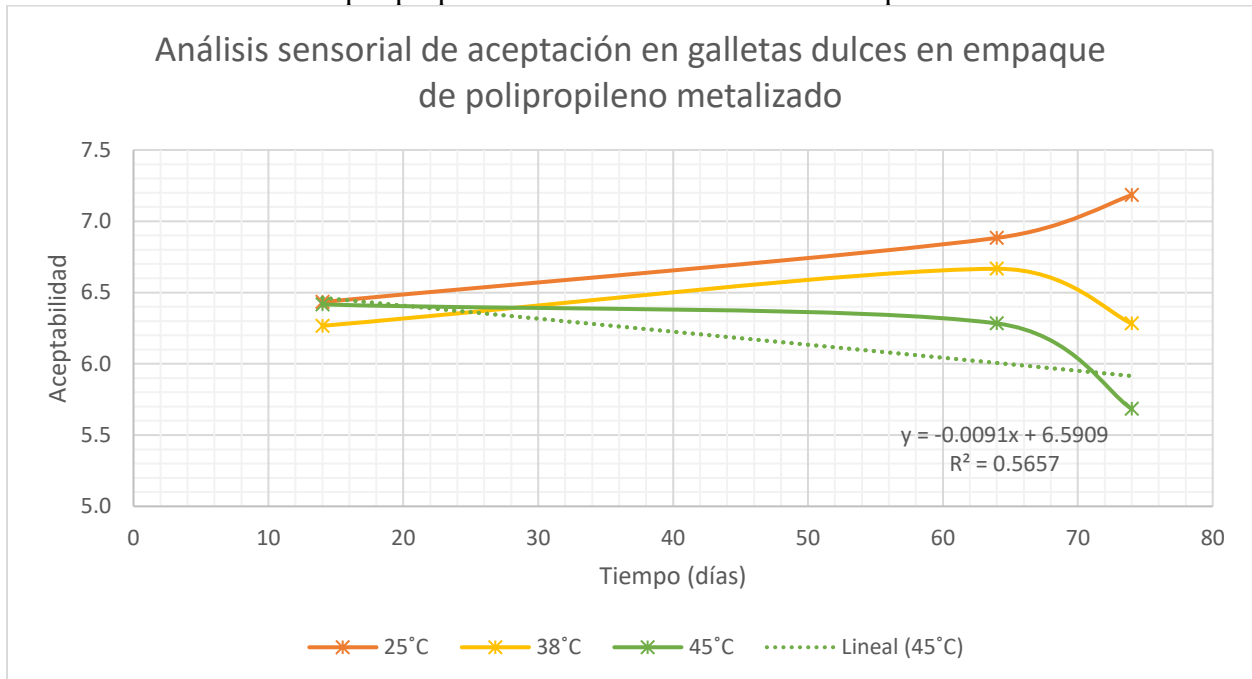
6.4 Análisis sensorial de aceptación

Figura 11. Aceptación promedio en galletas dulces con sabor a mantequilla en empaque de polipropileno transparente de 40 micras a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Aceptación promedio en galletas dulces con sabor a mantequilla en empaque de polipropileno metalizado a través del tiempo



Fuente: Elaboración propia

En las figuras 12 y 13 se observa que, independientemente del empaque, para las galletas almacenadas a 25°C y 38°C la aceptación por parte del consumidor tiende a aumentar según los días de almacenamiento. Esta tendencia de aumento en la aceptación no es congruente, ya que la premisa sobre la vida de anaquel es que la aceptación del consumidor disminuya con el tiempo a medida se pierden las características sensoriales esperadas en el producto.

Sin embargo, para las galletas almacenadas a 45°C si se observó una disminución en el promedio de aceptación de los panelistas para ambos empaques. Para el empaque de polipropileno metalizado de 40 micras se inició con un valor promedio de 6.9 ± 1.4 y disminuyó hasta 5.9 ± 1.5 a los 74 días de incubación. Similarmente, el empaque de polipropileno metalizado inició con un valor promedio de 6.4 ± 1.4 y disminuyó hasta 5.7 ± 1.5 en las mismas condiciones de almacenamiento. Es importante notar que la aceptación de la galleta es levemente mayor en el empaque de polipropileno transparente de 40 micras.

Cuadro 12. Análisis de varianza de un factor para la aceptabilidad de galletas con sabor a mantequilla a cada temperatura con un alfa de 0.05

Empaque	Temperatura	Probabilidad	Conclusión
Polipropileno transparente de 40 micras	25°C	0.264	No hay diferencia significativa
	38°C	0.052	No hay diferencia significativa
	45°C	0.002	Sí hay diferencia significativa
Polipropileno metalizado de 37 micras	25°C	0.013	Sí hay diferencia significativa
	38°C	0.255	No hay diferencia significativa
	45°C	0.022	Sí hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia

Al realizar un análisis de varianza se estableció como hipótesis nula que no existe diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de la galleta y los días que se mantuvieron en incubación a una temperatura dada.

Dado que el valor de significancia para las temperaturas 25°C y 38°C para el empaque transparente son mayores al alfa de 0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre la aceptabilidad de galleta y los días de incubación a esas temperaturas. De igual forma se determinó que no existe diferencia significativa para 38°C en el empaque de polipropileno metalizado.

Para las galletas almacenadas a 45°C el valor de significancia es de 0.002, menor el alfa de 0.05 y por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Es decir que si existe diferencia significativa en la aceptabilidad de las galletas conforme a sus días de incubación a 45°C. De igual forma se determinó que si existe diferencia significativa para 25° y 45°C en el empaque de polipropileno metalizado.

Es posible que la tendencia para las temperaturas de incubación más de bajas (25°C y 38°C) se haya visto afectada por los cortos periodos de tiempo a los cuales se realizaron los paneles sensoriales. Al someter las muestras a condiciones no tan extremas, se le pudo dificultar a los panelistas encontrar una diferencia significativa en la aceptación de la galleta. Mientras que a 45°C,

si se demostró que la galleta siguió la tendencia esperada con una disminución en la calificación de aceptación conforme al tiempo.

Se considera que los datos para 25°C en el empaque de polipropileno metalizado son anómalos, debido a que si se encontró diferencia significativa dado por un aumento en la aceptabilidad conforme al tiempo. Hay que considerar que los panelistas que recibieron las muestras con más días transcurridos seguían recibiendo muestras de menos de tres meses de ser producidas. Por lo tanto, la galleta sigue conservando sus características sensoriales.

Según la escala hedónica de los cuestionarios que recibieron los panelistas, la calificación promedio más alta la recibió el empaque de polipropileno de 40 micras con 6.9 ± 1.4 . Este valor en la escala se aproxima a “Me gusta bastante” y a los 74 días de incubación a 45°C disminuyó a 5.9 ± 1.5 con un equivalente en la escala de “Me gusta ligeramente”. Según la escala hedónica la muestra solo disminuyó un punto en aceptabilidad.

De forma similar, para el empaque metalizado inició con un valor promedio de 6.4 ± 1.4 , que se encuentra en medio de dos puntos en la escala y disminuyó hasta 5.7 ± 1.5 . Debido a que la diferencia no es ni de un punto, se considerará que la galleta cambió de “Me gusta ligeramente” a “Ni me gusta, ni me disgusta”.

Debido a la alta variabilidad en los resultados y en el corto rango establecido en la escala hedónica, no se puede validar el valor crítico de deterioro con el análisis sensorial de aceptación.

6.5 Análisis de costos

Cuadro 13. Comparación de costos entre el empaque actual y los empaques utilizados en el estudio

Empaque	Presentación de producto	Precio /millar (Q)	Aumento (%)
Empaque actual: Empaque de polipropileno transparente de 30 micras	75 g	79.63	NA
Empaque de polipropileno transparente de 40 micras	75 g	112.73	42%
Empaque de polipropileno metalizado	75 g	118.28	49%

Fuente: Elaboración propia con datos de Rotoprin S.A

Cuadro 14. Precios de ácido sórbico en presentación de 1 kg y 25 kg

Aditivo	Presentación de producto	Precio unitario (Q)
Ácido sórbico	1 kg	70.00
Ácido sórbico	25 kg	1550.00

Fuente: Elaboración propia con datos de Quimiprova S.A

Los precios de los empaques fueron establecidos en el Cuadro 12 por millar. Actualmente la empresa utiliza un empaque de polipropileno transparente de 30 micras el cual tiene un costo de Q.79.63 por millar. Mientras que el empaque de polipropileno transparente de 40 micras y el metalizado tienen un precio de Q. 112.73 y Q. 118.28, respectivamente. Si se utilizara el empaque transparente de 40 micras representa un aumento en costos del 42% con respecto al empaque actual, y el empaque metalizado un aumento de 49%.

En el Cuadro 13 se establecen los precios del ácido sórbico para tomarlos en cuenta en los costos de producción de la empresa. Al utilizar una concentración de 0.005%, el equivalente por batch de producto en proceso es de 0.73 g de ácido sórbico. Se trabajan 680 batch mensuales por lo que se necesitarían 496.4 g de aditivo mensual. Con una presentación de 1 kg es suficiente para cubrir la demanda dos meses de producción. Se cotizó una presentación de 25 kg, pero por las cantidades utilizadas no fuera conveniente para la empresa debido al espacio que utilizaría en bodega por mucho tiempo, un tiempo superior a 4 años.

El costo del ácido sórbico por batch es de Q. 0.05 y cada batch rinde para 43 paquetes de 300 g. Es decir que el costo por usar ácido sórbico por paquete es de Q. 0.0012. Se considera que el aumento monetario por el uso de aditivos no tiene un impacto significativo en el costo de producción.

Con una producción mensual de 680 batch, se necesitan 1,403,520 unidades de empaque de 75 g por año. Con el empaque actual la empresa invierte un valor anual de Q. 111,762.30, mientras que con el empaque transparente de 40 micras ese valor sería de Q.158,218.81 y con el empaque metalizado el valor aumenta a Q.166,008.35. Por lo tanto, un cambio en empaque sería una inversión significativa al costo del producto.

En términos de producción la elaboración del producto no afecta sus tiempos. La forma de operar se mantiene igual. La diferencia en costo que la empresa debiera invertir si optara por el empaque transparente tendría que ser de Q. 46,456.51 y por el empaque metalizado, Q.54,246.05. Si ambos empaques superan la vida útil mínima esperada, se podría utilizar el empaque transparente de 40 micras ya que representa un menor gasto y el ahorro sería de Q7,789.54 anualmente. El empaque transparente de 40 micras no solo cumple con la función de protección, sino que también mantiene la imagen del producto. Se considera un beneficio que el consumidor pueda ver el producto que compra.

La rotación del producto en Guatemala es muy alta. Los consumidores no compran producto con más de 3 meses de ser producido. Por lo tanto, se podría considerar en hacer una inversión en un nuevo empaque solo para el producto de exportación y mantener el empaque actual para el producto distribuido nacionalmente. Un contenedor tiene una capacidad para 462 cajas de producto para los cuales se utilizarían 66,528 empaques de 75 g. Se necesitaría hacer una compra de 67 millares por contenedor, lo que equivale a Q.7, 499.70. El costo anual del empaque depende de la demanda del producto para exportación. De esta manera la elevación en el precio del empaque solo afectaría a la cantidad de producto de exportación y no a la producción total.

Se considera que la inversión en un nuevo empaque para producto de exportación es viable, ya que es fundamental la extensión de vida útil del producto. Por los largos tiempos de transporte de un país a otro, se necesitaba una vida útil mínima de 9 meses. Con el empaque de polipropileno transparente de 40 micras se obtuvieron 3 meses más de lo esperado. Este tiempo adicional, permite una ventana más grande para la comercialización del producto.

Capítulo 7

Conclusiones

El objetivo general del estudio era extender el tiempo de vida de anaquel de galletas dulces con sabor a mantequilla a un mínimo de 9 meses. Se hicieron mediciones a lo largo de un periodo de incubación de índice de peróxidos y humedad, por lo que se concluye lo siguiente:

1. No existe diferencia sensorial significativa entre la formulación original y una formulación con la adición de ácido sórbico al 0.005% (p/p).
2. Ambos empaques de polipropileno (transparente de 40 micras y metalizado de 37 micras) lograron la vida útil mínima de 9 meses para las galletas con sabor a mantequilla.
3. Se obtuvo una mayor vida útil con el empaque de polipropileno metalizado, debido a que sus propiedades ofrecen una mejor barrera en cuanto al vapor de agua y el oxígeno.
4. El uso de ácido sórbico en la formulación no representa un aumento significativo en el costo de producción de las galletas con sabor a mantequilla.
5. El empaque de polipropileno transparente de 40 micras cumple en cuanto a la funcionalidad, mantiene la imagen del producto y tiene un menor costo que el empaque de polipropileno metalizado de 37 micras.
6. Por la alta rotación del producto nacional, se podría considerar el cambio en empaque y formulación solo para el producto dirigido a exportación.
7. Para exportación, la inversión en empaque de 75 g fuera de Q.7,499.70 por contenedor.

Capítulo 8

Recomendaciones

En cuanto a la evaluación sensorial de las galletas conforme al tiempo, se hicieron tres paneles sensoriales de aceptación a los 14, 64 y 74 días de incubación para las tres temperaturas experimentadas. Sin embargo, los resultados no mostraron tendencias claras, por lo que se hacen las siguientes recomendaciones.

Se recomienda que se aumenten los periodos de tiempo en los cuales se hacen los paneles sensoriales. A pesar de que los cambios fisicoquímicos si fueron notables en la frecuencia establecida, es probable que los panelistas no hayan sentido un cambio sensorialmente. La variación en las calificaciones de aceptación se debe a que no eran los mismos panelistas y la calificación es subjetiva para cada persona. Para que la diferencia sea más notable, se puede alargar el estudio para que los paneles sensoriales tengan un mayor tiempo entre cada uno.

El primer panel sensorial se puede mantener igual, como una referencia de la aceptación de las galletas frescas. Basándose en la premisa que una semana de almacenamiento a 38°C es el equivalente a un mes a 25°C, se podría hacer el panel sensorial a los 6 y 12 meses de tiempo real. Es decir que se correría el panel sensorial a las 6 y 12 semanas de incubación, respectivamente. De esta manera, se deja un mayor tiempo entre los paneles y la diferencia sensorial se podría ver más claramente.

Si no se cuenta con el tiempo suficiente para alargar el estudio, se podría utilizar temperaturas más drásticas de almacenamiento. Para tener una referencia del tiempo en incubación con el tiempo real, se podría dejar el almacenamiento a 38°C como primera temperatura. Las otras temperaturas podrían ser de 48°C y 58°C y así poder relacionar los datos por su diferencia de 10°C entre sí.

Por otro lado, se podría considerar que los consumidores encuestados en el panel sensorial no se encontraban lo suficientemente familiarizados con el sabor de la galleta. Su calificación se pudo haber visto influenciada por este factor. Para ello se recomienda que todos los participantes se filtren con un cuestionario previo para determinar si son consumidores del producto.

En el Anexo X, se diseñó un cuestionario para filtrar a los consumidores de galletas con sabor a mantequilla. Se utilizaron 4 marcas de galletas de este tipo, considerablemente conocidas. Como criterio de aprobación, las personas que marquen que han consumido un mínimo de 3 galletas pueden recibir las muestras de galletas experimentales y llenar el cuestionario de aceptación. Dentro de esas 3 galletas del cuestionario utilizado como filtro, debe ir marcado el producto elaborado por la empresa en cuestión.

Existe la posibilidad de modificar el cuestionario para no solo medir la aceptación general del producto, sino que también atributos individuales como sabor, olor y textura. Para evitar cualquier tipo de sesgo, se podría ver la manera de hacer un empaque para la galleta individual o en dos unidades. De esta manera cuando se mida el parámetro de olor, queda a discreción del consumidor si oler la galleta directamente en su empaque o fuera de él, antes de ingerirla.

Se considera que el parámetro de humedad si fuera notable si se alargara el periodo de tiempo del estudio, ya que según los resultados la vida útil finaliza a los 12 meses. Por lo tanto, los porcentajes de humedad alcanzados ya causan un cambio sensorial en la textura de la galleta, con pérdida de dureza y crujencia. Se recomienda llevar a cabo un análisis de dureza de la galleta con un texturómetro para poder comparar los datos.

Capítulo 9

Bibliografía

- Badui Derdal, S. (2006). *Química de los alimentos* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación.
- Calligaris, S. (2007). Shelf-life Modeling of Bakery Products by Using Oxidation Indices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1-6. doi:10.1021/jf063004h
- Carillo, M. (2007). Vida útil de los alimentos. *Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias.*, II(3), 25.
- Chowdhury, K. e. (2012). Quality and Shelf-Life Evaluation of PACKaged Biscuits Marketed in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 29-42.
- Davidson, I. (2018). *Biscuit, Cookie and Cracker Production: Process, Production and Packaging Equipment*. Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/C2017-0-03385-2> el 17/02/18
- FDA. (2018). *Código Federal de Regulaciones*. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de Título 21, Capítulo 1, Volumen 3, Parte 182, Subparte D, Sección 182.3173 Butylated hydroxytoluene: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=182.3173>
- FDA. (2018). *Código Federal de Regulaciones*. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de Título 21, Capítulo 1, Volumen 3, Parte 182, Subparte D, Sección 184.1033 Citric Acid: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=184.1033>
- FDA. (2018). *Código Federal de Regulaciones*. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de Título 21, Capítulo 1, Volumen 3, Parte 182, Subparte D, Sección 182.3013 Ascorbic Acid: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=182.3013>
- FDA. (2018). *Código Federal de Regulaciones*. Recuperado el 31 de Octubre de 2018, de Título 21, Capítulo 1, Volumen 3, Parte 182, Subparte D, Sección 182.3089 Sorbic Acid: <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=182.3089>
- Ibáñez, F. (2011). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica.
- INE. (2017). *Instituto Nacional de Estadística*. Obtenido de Compendio Estadístico Ambiental 2016.
- Lück, E. (1990). Food applications of sorbic acid and its salts. *Food Additives and Contaminants*, VII(5), 711-715. doi:10.1080/02652039009373936
- Manley, D. (2011). *Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies*. (Vol. IV). Elsevier.
- Ministry for Primary Industries. (2016). *Guidance Documente: How to Determine the Shlef Life of Food*. New Zealand Government.

- Nanditha, B., & Prabhasankar, P. (2009). Antioxidants in Bakery Products: A Review, Critical Reviews. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-27. doi:10.1080/10408390701764104
- Robertson, G. (2011). Food Packaging: Principles and Practice. En *Packaging materials for biscuits and their influence on shelf life*. (Tercera ed., págs. 21-76). CRC Press.
- Romani, S. e. (2014). *Effect of different new packagin materials on biscuit qualitu during accelerated storage*. doi:10.1002/jsfa.6888
- Skibsted, L. (2010). Oxidation in Food and Beverages and Antioxidant Applications. Copenhagen, Dinamarca.
- USDA. (18 de Mayo de 2018). *Food Safety and Inspection Service*. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de Moisture Determination: https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/4dab93c9-cdf3-427d-ab00-c9928eeb89f7/CLG_MOI.pdf?MOD=AJPERES
- Valls, J. e. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. (U. Barcenola, Ed.) Barcelona.

Capítulo 10

Anexos

Anexo A

Metodología de extracción de grasa de galletas dulces con sabor a mantequilla

- a) Colocar vasos de vidrio en horno de convección por 30 min para eliminar humedad.
- b) Dejar enfriar vasos a temperatura ambiente dentro de una desecadora.
- c) Triturar la muestra utilizando una licuadora.
- d) Pesar 10 g de muestra en un cuadro de papel toalla.
- e) Formar cápsulas de papel para introducir en los dedales de Soxhlet.
- f) Pesar vasos de vidrio utilizando guantes de látex.
- g) Colocar dedales en equipo Soxhlet.
- h) Agregar 80 ml de n-hexano a cada vaso de vidrio.
- i) Ajustar condiciones del equipo a 140°C para lograr que la temperatura del plato sea de 130°C.
- j) Las condiciones se mantienen durante los primeros 180 minutos, luego se baja la temperatura a 110°C para lograr una temperatura de 100°C. La temperatura debe ser más alta del punto de ebullición del n-hexano (69°) durante la etapa de recuperación.
- k) Retirar las muestras y esperar a que entren equilibrio con la temperatura ambiente para pesar y calcular la cantidad de grasa extraída por cada muestra.
- l) Realizar prueba en triplicado para cada muestra.

Método oficial AOAC 965.33 Determinación de peróxidos en aceites y grasas

B.1. Soluciones

B.1.1 Solución de ácido acético y cloroformo

1. Mezclar 3 volúmenes de ácido acético con 2 volúmenes de cloroformo.

B.1.2 Solución saturada de yoduro de potasio

1. Disolver exceso de yoduro de potasio en agua recién hervida. Debe haber exceso de sólido. Guardar en la oscuridad. Revisar a diario agregando 0.5 mL a 30 mL de la solución de ácido acético y cloroformo.
2. Agregar 2 gotas de solución de almidón al 1% (mezclar 1 g de almidón soluble con agua fría para hacer una pasta y agregar 100 ml de agua hirviendo. Hervir por 1 minutos mientras se agita constantemente). Si la solución se vuelve azul, requiere > 1 gota 0.1 M tiosulfato de sodio para descargar el color, prepare una solución fresca.

B.1.3. Solución de tiosulfato de sodio estandarizada 0.1 y 0.01 M.

Prepare y estandarice. Para 0.01M, diluir 0.1M con agua recién hervida y enfriada.

B.1.3.1 Preparación de una solución estándar

1. Disolver 25 g de tiosulfato de sodio pentahidratado en 1 L de agua. Hervir gentilmente 5 min y transferir mientras caliente a una botella de almacenamiento previamente limpia con una solución limpiadora de ácido crómico y lavada con agua tibia previamente hervida. Nota: Si la botella no es resistente al calor, temperar la botella antes de agregar la solución caliente.
2. Almacenar la solución en un lugar oscuro y fresco, no regresar porciones de solución que no fueron utilizadas a la botella original. Si hay soluciones menos concentradas de 0.1 M se necesitan, prepare una dilución con agua hervida. Las soluciones más diluidas son menos estables y deben prepararse justo antes de usar.

B.1.3.2 Estandarización

Pesar exactamente 0.20-0.23 g de dicromato de potasio y colocarlo en un frasco con tapón de vidrio. Disolver en 80 ml de agua libre de cloro que contengan 2 g de KI. Agregar, sin revolver, 20 mL 1M HCl e inmediatamente colocarlo en un lugar oscuro por 10 min. Titular con la solución estándar de tiosulfato de sodio, agregando solución de almidón luego que la mayoría del yodo se haya consumido.

B.1.3.3. Cálculos

Molaridad (mol/L) = g dicromato de potasio x 1000/mL tiosulfato de sodio x 49.032

B.2.Determinación de peróxidos en grasas y aceites

1. Pesar 2.50 ± 0.05 g de muestra en un Erlenmeyer de 250 ml.
2. Agregar 15 ml de solución de ácido acético y cloroformo, agitar para disolver.
3. Agregar 0.5 ml de solución saturada de yoduro de potasio. Dejar reposar y agitar ocasionalmente cada 1 min y agregar 15 ml de agua.
4. Titular lentamente con tiosulfato de sodio 0.1 M con agitación vigorosa hasta que el color amarillo se desvanezca casi por completo.
5. Agregar 0.5 ml de solución de almidón al 1% y continuar titulando. Agitar vigorosamente hasta que el color azul desaparezca. Si < 0.5 ml de tiosulfato de sodio de utiliza 0.1 M repetir la determinación con 0.01M.
6. Realizar un blanco, debe ser ≤ 0.1 ml de tiosulfato de sodio 0.1 M. Restarlo de la titulación de la muestra.
7. Calcular el índice de peróxidos (miliequivalentes de peróxido / kg de aceite o grasa) = $S \times M \times 1000 / g$ muestra, donde S = ml de tiosulfato de sodio corregido con el blanco y M = molaridad de solución de tiosulfato de sodio.

Hoja maestra para realización de panel sensorial de discriminación

Fecha:
 Producto: Galletas dulces con y sin aditivo
 Tipo de prueba: Discriminación: Prueba de triángulo
 Cantidad de muestras: 2

Muestras	Código	Descripción de muestra
A	650 y 186	Formulación original
B	287 y 423	Formulación con aditivo

Panelista	Orden de presentación			
	Orden	1	2	3
1	AAB	650	186	287
2	ABA	650	287	186
3	BAA	287	650	186
4	ABB	650	287	423
5	BAB	287	650	423
6	BBA	287	423	186
7	AAB	650	186	287
8	ABA	650	287	186
9	BAA	287	650	186
10	ABB	650	287	423
11	BAB	287	650	423
12	BBA	287	423	186
13	AAB	650	186	287
14	ABA	650	287	186
15	BAA	287	650	186
16	ABB	650	287	423
17	BAB	287	650	423
18	BBA	287	423	186
19	AAB	650	186	287
20	ABA	650	287	186
21	BAA	287	650	186

Panelista	Orden de presentación			
	Orden	1	2	3
22	ABB	650	287	423
23	BAB	287	650	423
24	BBA	287	423	186
25	AAB	650	186	287
26	ABA	650	287	186
27	BAA	287	650	186
28	ABB	650	287	423
29	BAB	287	650	423
30	BBA	287	423	186
31	AAB	650	186	287
32	ABA	650	287	186
33	BAA	287	650	186
34	ABB	650	287	423
35	BAB	287	650	423
36	BBA	287	423	186
37	AAB	650	186	287
38	ABA	650	287	186
39	BAA	287	650	186
40	ABB	650	287	423
41	BAB	287	650	423
42	BBA	287	423	186
43	AAB	650	186	287
44	ABA	650	287	186
45	BAA	287	650	186
46	ABB	650	287	423
47	BAB	287	650	423
48	BBA	287	423	186
49	AAB	650	186	287
50	ABA	650	287	186
51	BAA	287	650	186
52	ABB	650	287	423
53	BAB	287	650	423
54	BBA	287	423	186
55	AAB	650	186	287
56	ABA	650	287	186
57	BAA	287	650	186
58	ABB	650	287	423
59	BAB	287	650	423
60	BBA	287	423	186

Boletas de prueba de análisis sensorial de discriminación

Universidad del Valle de Guatemala
 Trabajo de graduación profesional
 Fecha:



CUESTIONARIO

Escribe el número que se te entregó:

1. Indique su género HOMBRE MUJER

2. ¿Cuál de los siguientes rangos incluye su edad?

< 18	18-20	21-25	26-30	31-40	41-50	> 50
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Indique la frecuencia con la que consume galletas dulces

3 o más veces por semana	1 vez por semana	1 vez cada dos semana	1 vez al mes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Indique la frecuencia con la que consume galletas saladas

3 o más veces por semana	1 vez por semana	1 vez cada dos semana	1 vez al mes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tome un bocado de galleta soda y un sorbo de agua para enjuagarse la boca.

Recuerde hacer esto antes de probar cada muestra.

Instrucciones

Se le proporcionarán 3 muestras. Escriba el número de muestra en el orden que se le entregó. Dos muestras son iguales y una es diferente. Prueba las muestras de izquierda a derecha y luego escriba el código de la muestra que es diferente. Debe elegir una opción.

	Escriba el número de la muestra	Marca la diferente
Izquierda	_____	<input type="checkbox"/>
En medio	_____	<input type="checkbox"/>
Derecha	_____	<input type="checkbox"/>

Hoja maestra para realización de paneles sensorial de aceptación

Producto: Galletas dulces con sabor a mantequilla
 Tipo de prueba: Aceptación
 Cantidad de muestras: 6

Muestras	Código	Descripción de muestra
A	150	Empaque: 40 micras y Temperatura: 25°C
B	920	Empaque: 40 micras y Temperatura: 35°C
C	300	Empaque: 40 micras y Temperatura: 45°C
D	610	Empaque: Metalizado y Temperatura: 25°C
E	210	Empaque: Metalizado y Temperatura: 35°C
F	980	Empaque: Metalizado y Temperatura: 45°C

Panelista	Orden de presentación						
	Orden	1	2	3	4	5	6
1	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
2	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
3	BFECDA	920	980	210	300	610	150
4	BDECFA	920	610	210	300	980	150
5	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
6	BAFECD	920	150	980	210	300	610
7	EABCFD	210	150	920	300	980	610
8	EDABFC	210	610	150	920	980	300
9	DFCABE	610	980	300	150	920	210
10	EDCAFB	210	610	300	150	980	920
11	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
12	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
13	BFECDA	920	980	210	300	610	150
14	BDECFA	920	610	210	300	980	150
15	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
16	BAFECD	920	150	980	210	300	610
17	EABCFD	210	150	920	300	980	610
18	EDABFC	210	610	150	920	980	300
19	DFCABE	610	980	300	150	920	210
20	EDCAFB	210	610	300	150	980	920

Panelista	Orden de presentación						
	Orden	1	2	3	4	5	6
21	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
22	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
23	BFECDA	920	980	210	300	610	150
24	BDECFA	920	610	210	300	980	150
25	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
26	BAFECD	920	150	980	210	300	610
27	EABCFD	210	150	920	300	980	610
28	EDABFC	210	610	150	920	980	300
29	DFCABE	610	980	300	150	920	210
30	EDCAFB	210	610	300	150	980	920
31	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
32	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
33	BFECDA	920	980	210	300	610	150
34	BDECFA	920	610	210	300	980	150
35	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
36	BAFECD	920	150	980	210	300	610
37	EABCFD	210	150	920	300	980	610
38	EDABFC	210	610	150	920	980	300
39	DFCABE	610	980	300	150	920	210
40	EDCAFB	210	610	300	150	980	920
41	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
42	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
43	BFECDA	920	980	210	300	610	150
44	BDECFA	920	610	210	300	980	150
45	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
46	BAFECD	920	150	980	210	300	610
47	EABCFD	210	150	920	300	980	610
48	EDABFC	210	610	150	920	980	300
49	DFCABE	610	980	300	150	920	210
50	EDCAFB	210	610	300	150	980	920
51	DEBCFA	610	210	920	300	980	150
52	BEDFAC	920	210	610	980	150	300
53	BFECDA	920	980	210	300	610	150
54	BDECFA	920	610	210	300	980	150
55	EBCAFD	210	920	300	150	980	610
56	BAFECD	920	150	980	210	300	610
57	EABCFD	210	150	920	300	980	610
58	EDABFC	210	610	150	920	980	300
59	DFCABE	610	980	300	150	920	210
60	EDCAFB	210	610	300	150	980	920

Boletas de prueba de análisis sensorial de aceptación

Universidad del Valle de Guatemala

Trabajo de graduación profesional

Fecha:



CUESTIONARIO

Escribe el número que se te entregó:

1. Indique su género

HOMBRE

MUJER

2. ¿Cuál de los siguientes rangos incluye su edad?

< 18	18-20	21-25	26-30	31-40	41-50	> 50

3. Indique la frecuencia con la que consume galletas dulces

3 o más veces por semana	1 vez por semana	1 vez cada dos semana	1 vez al mes

3. Indique la frecuencia con la que consume galletas saladas

3 o más veces por semana	1 vez por semana	1 vez cada dos semana	1 vez al mes

Tome un bocado de galleta soda y un sorbo de agua para enjuagarse la boca.

Recuerde hacer esto antes de probar cada muestra.

Instrucciones

Se le proporcionarán 6 muestras. Prueba las muestras de izquierda a derecha y marque un número del 1 al 9 indicando qué tanto le gusta la muestra.

1. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

2. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

3. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

4. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

5. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

6. Escribe el número de la muestra:

Marca en la siguiente escala cuánto le gusta la muestra.

Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta bastante	Me disgusta ligeramente	Ni me gusta ni me disgusta	Me gusta ligeramente	Me gusta bastante	Me gusta mucho	Me gusta muchísimo
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="7"/>	<input type="text" value="8"/>	<input type="text" value="9"/>

Fin del cuestionario

AGRADECEMOS TU PARTICIPACIÓN

Cálculo de grasa (%)

G.1. Datos

Peso muestra	10.0511 ± 0.001 g
Peso de vaso de vidrio	76.8795 ± 0.001 g
Peso de vaso de vidrio con grasa extraída	79.9988 ± 0.001 g

G.2 Ecuaciones

G.2.1 Peso de grasa obtenida

$$\text{Peso grasa obtenida} = (79.8898 - 76.8795) \pm 0.001 \text{ g} = 3.0103 \pm 0.001 \text{ g}$$

G.2.2 Grasa (%)

$$\begin{aligned} \text{Grasa (\%)} &= \frac{\text{Peso grasa}}{\text{Peso muestra}} \times 100\% \\ &= \frac{3.0103 \pm 0.001 \text{ g} \times 100}{10.0511 \pm 0.001 \text{ g}} \\ &= 29.950 \% \end{aligned}$$

Cálculo de molaridad de solución de tiosulfato de sodio

H.1. Datos

H.1.1 Cantidades obtenidas para la estandarización de la solución de tiosulfato de sodio

Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)	0.2001 ± 0.0001 g
Yoduro de potasio (KI)	2.0004 ± 0.0001 g
Volumen de solución	9.9 ± 0.1 ml
Volumen inicial del titulante (solución de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$))	38.00 ± 0.05 ml
Volumen final del titulante (solución de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$))	42.40 ± 0.05 ml
Volumen de titulante (solución de tiosulfato de sodio ($Na_2S_2O_3$))	4.40 ± 0.05 ml

H.2 Ecuación

H.2.1 Cálculo de molaridad de solución de tiosulfato de sodio

$$M \left(\frac{\text{mol}}{\text{L}} \right) = \frac{\text{Masa de } K_2Cr_2O_7 \times 1000}{\text{Volumen de } Na_2S_2O_3 \times 49.032}$$
$$M = \frac{(0.2153 \pm 0.001 \text{ g}) \times 1000}{(5.40 \pm 0.05 \text{ ml}) \times 49.032}$$
$$M = 0.998 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

H.2.2 Cálculo para preparación de tiosulfato de sodio 0.01 M

$$C_1V_1 = C_2V_2$$
$$V_1 = \frac{C_2V_2}{C_1} = \frac{(0.01 \text{ M})(50 \text{ ml})}{(0.998 \text{ M})} = 0.50 \text{ ml}$$

Índice de peróxidos en grasa extraída

I.1. Datos

I.1.1 Datos obtenidos durante la titulación con tiosulfato de sodio

V_f	0.2001 ± 0.0001 g
V_i	2.0004 ± 0.0001 g
B	9.9 ± 0.1 ml
M	38.00 ± 0.05 ml

I.2 Ecuación

I.2.1 Cálculo de índice de peróxidos

$$IP \left(\frac{\text{meq de peróxido}}{\text{kg de grasa}} \right) = \frac{\left((V_f - V_i) - B \right) \times M \times 1000}{g \text{ muestra}}$$

$$IP = \frac{\left((39.00 - 38.70) - 0.05 \right) \times 0.01 \times 1000}{2.5300 \pm 0.0001 \text{ g}}$$

$$= 0.99 \frac{\text{meq de peróxido}}{\text{kg de grasa}}$$

Anexo J

Cálculo de humedad (%)

J.1 Datos

Peso de cápsula vacía	16.1929 ± 0.0001 g
Peso de cápsula con muestra húmeda	26.1868 ± 0.0001 g
Peso de cápsula con muestra seca	26.1298 ± 0.0001 g
Peso de muestra húmeda	9.9939 ± 0.0001 g

J.2 Ecuación

J.2.1 Cálculo de contenido de humedad

$$\text{Humedad} = \frac{(\text{Peso de cápsula con muestra húmeda} - \text{Peso de cápsula con muestra seca}) \times 100}{\text{Peso de muestra húmeda}}$$

$$\text{Humedad} = \frac{(26.1868 - 26.1298) \pm 0.0001g \times 100}{9.9939 \pm 0.0001 g} = 0.57 \%$$

Cálculo de vida útil

Para fines demostrativos, se utilizaron los datos del empaque de polipropileno transparente de 40 micras utilizando la humedad como variable crítica.

K.1. Cálculo de velocidad de reacción (k) a 25°C

$$\begin{aligned}y &= 6.4296 e^{-1847x} \\k &= 6.4296 e^{-1847 \times \left(\frac{1}{T}\right)} \\k &= 6.4296 e^{-1847 \times \left(\frac{1}{297.85}\right)} \\k &= 6.4296 e^{-1847 \times 0.0034} \\k &= 0.0130\end{aligned}$$

K.2. Cálculo de vida útil a 24.7°C (297.85 K) utilizando la ecuación de Arrhenius y humedad como parámetro de calidad en galletas dulces con sabor a mantequilla

Ecuación de orden $n = 1$

$$\ln A = \ln A_0 - kt$$

$$t = \frac{\ln A - \ln A_0}{-k}$$

$$t = \frac{\ln \frac{A}{A_0}}{-k}$$

$$t = \left| \frac{\ln \frac{3.9125}{0.04}}{-0.0130} \right|$$

$$t = 360 \text{ días} \approx 12.0 \text{ meses} \approx 1.0 \text{ año}$$

Anexo L

Grasa (%) extraída a través del tiempo a 25°C

L.1. Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación

T1: 25°C					
Día: 0					
Empaque	No	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	10.0511	76.8795	79.8898	29.9500
	2	10.0284	76.9666	79.9752	30.0008
	3	10.0330	75.8098	78.8859	30.6598
	χ	10.0375	76.5520	79.5836	30.5227
	σ	0.0120	0.6442	0.6058	0.5611

L.2. Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación

T1: 25°C					
Día: 14					
Empaque	No	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0343	76.3751	79.3646	29.7928
	2	10.0337	74.0428	77.0728	30.1982
	3	10.0123	75.1292	78.4639	33.3060
	χ	10.0268	75.1824	78.3004	31.0990
	σ	0.0125	1.1671	1.1546	1.9220
Polipropileno Metalizado	1	10.0723	76.3816	79.5870	31.8239
	2	10.0793	75.6224	78.9009	32.5271
	3	10.0086	76.9705	80.1031	31.2991
	χ	10.0534	76.3248	79.5303	31.8834
	σ	0.0390	0.6758	0.6031	0.6161

L.4. Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación

T1: 25°C					
Día: 64					
Empaque	No	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0675	74.0464	77.1685	31.0117
	2	10.0128	74.8366	77.9056	30.6508
	3	10.0357	74.9747	78.4072	34.2029
	χ	10.0387	74.6192	77.8271	31.9551
	σ	0.0275	0.5009	0.6231	1.9550
Polipropileno Metalizado	1	10.0138	72.9032	75.2580	23.5155
	2	10.0305	75.6805	78.9739	32.8339
	3	10.0041	76.1878	79.8260	36.3671
	χ	10.0161	74.9238	78.0193	30.9055
	σ	0.0134	1.7682	2.4290	6.6392

L.5. Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación

T1: 25°C					
Día: 74					
Empaque	No	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0159	72.8991	75.9562	30.5225
	2	10.0123	74.0430	77.1603	31.1347
	3	10.0043	74.8342	78.1012	32.6560
	χ	10.0108	73.9254	77.0726	31.4377
	σ	0.0059	0.9729	1.0752	1.0985
Polipropileno Metalizado	1	9.9997	74.9668	78.4128	34.4610
	2	10.0101	76.1797	79.6045	34.2134
	3	10.0295	75.6650	79.1049	34.2978
	χ	10.0131	75.6038	79.0407	34.3241
	σ	0.0151	0.6088	0.5984	0.1259

Donde:

- **Masa Mx:** Masa de la muestra de galleta dulce con sabor a mantequilla
- **Masa V:** Masa de vaso de vidrio
- **Masa GE:** Masa de grasa extraída en vaso de vidrio

Anexo M

Grasa (%) extraída a través del tiempo a 38°C

M.1. Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación

T2: 38°C					
Día: 0					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	10.0511	76.8795	79.8898	29.9500
	2	10.0284	76.9666	79.9752	30.0008
	3	10.0330	75.8098	78.8859	30.6598
	χ	10.0375	76.5520	79.5836	30.5227
	σ	0.0120	0.6442	0.6058	0.5611

M.2. Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación

T2: 38°C					
Día: 14					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0494	76.3772	79.0987	27.0812
	2	10.0116	74.0454	77.0384	29.8953
	3	10.0334	75.1296	78.2574	31.1739
	χ	10.0315	75.1841	78.1315	29.3835
	σ	0.0190	1.1669	1.0359	2.0938
Polipropileno Metalizado	1	10.0415	76.3828	79.6583	32.6196
	2	10.0197	75.6246	77.4106	17.8249
	3	10.0140	76.9720	80.1774	32.0092
	χ	10.0251	76.3265	79.0821	27.4846
	σ	0.0145	0.6755	1.4706	8.3711

M.4. Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación

T2: 38°C					
Día: 64					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0408	74.3265	77.9444	36.0320
	2	10.0647	75.4722	78.4620	29.7058
	3	10.0174	73.5876	76.6946	31.0160
	χ	10.0410	74.4621	77.7003	32.2513
	σ	0.0237	0.9496	0.9086	3.3391
Polipropileno Metalizado	1	10.0322	75.6241	78.9130	32.7834
	2	10.0204	75.1584	78.4669	33.0176
	3	10.0224	76.8823	79.9709	30.8170
	χ	10.0250	75.8883	79.1169	32.2060
	σ	0.0063	0.8918	0.7725	1.2086

M.5. Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación

T2: 38°C					
Día: 74					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0158	75.8084	78.9515	31.3814
	2	10.0221	76.9682	79.7405	27.6619
	3	10.0658	75.2947	78.8766	35.5849
	χ	10.0346	76.0238	79.1895	31.5427
	σ	0.0272	0.8573	0.4786	3.9640
Polipropileno Metalizado	1	10.0231	75.7186	79.0857	33.5934
	2	10.0314	76.4256	79.9014	34.6492
	3	10.0098	72.4762	76.0956	36.1586
	χ	10.0214	74.8735	78.3609	34.8004
	σ	0.0109	2.1060	2.0038	1.2892

Donde:

- **Masa Mx:** Masa de la muestra de galleta dulce con sabor a mantequilla
- **Masa V:** Masa de vaso de vidrio
- **Masa GE:** Masa de grasa extraída en vaso de vidrio

Anexo N

Grasa (%) extraída a través del tiempo a 45°C

N.1. Grasa (%) extraída a los 0 días de incubación

T3: 45°C					
Día: 0					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	10.0511	76.8795	79.8898	29.9500
	2	10.0284	76.9666	79.9752	30.0008
	3	10.0330	75.8098	78.8859	30.6598
	χ	10.0375	76.5520	79.5836	30.5227
	σ	0.0120	0.6442	0.6058	0.5611

N.2. Grasa (%) extraída a los 14 días de incubación

T3: 45°C					
Día: 14					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0035	76.3755	79.4435	30.6693
	2	10.0484	74.0442	77.1230	30.6397
	3	10.0327	75.1287	78.7668	36.2624
	χ	10.0282	75.1828	78.4444	32.5238
	σ	0.0228	1.1666	1.1934	3.2378
Polipropileno Metalizado	1	10.0231	76.3821	79.4736	30.8438
	2	10.0273	75.6226	78.7624	31.3125
	3	10.0254	76.9701	80.1525	31.7434
	χ	10.0253	76.3249	79.4628	31.2999
	σ	0.0021	0.6756	0.6951	0.4499

N.3. Grasa (%) extraída a los 64 días de incubación

T3: 45°C					
Día: 64					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0683	74.0431	77.0329	29.6952
	2	9.9935	74.9668	78.1996	32.3490
	3	10.0184	72.9000	76.6127	37.0588
	χ	10.0267	73.9700	77.2817	33.0343
	σ	0.0381	1.0353	0.8222	3.7293
Polipropileno Metalizado	1	10.0260	74.8342	78.5144	36.7066
	2	10.0459	75.6653	79.0176	33.3698
	3	10.0107	76.1791	79.5246	33.4192
	χ	10.0275	75.5595	79.0189	34.4985
	σ	0.0177	0.6787	0.5051	1.9124

N.4. Grasa (%) extraída a los 74 días de incubación

T3: 45°C					
Día: 74					
Empaque	No.	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno 40 micras	1	10.0140	75.4664	78.4155	29.4498
	2	10.0178	74.3216	77.7012	33.7360
	3	10.0022	76.8778	80.5385	36.5989
	χ	10.0113	75.5553	78.8851	33.2616
	σ	0.0081	1.2804	1.4758	3.5981
Polipropileno Metalizado	1	10.0078	75.1534	78.7359	35.7971
	2	10.0395	73.5827	76.9825	33.8642
	3	10.0334	75.6214	79.1842	35.5094
	χ	10.0269	74.7858	78.3009	35.0569
	σ	0.0168	1.0679	1.1635	1.0428

Donde:

- **Masa Mx:** Masa de la muestra de galleta dulce con sabor a mantequilla
- **Masa V:** Masa de vaso de vidrio
- **Masa GE:** Masa de grasa extraída en vaso de vidrio

Índice de peróxidos a través del tiempo a 25°C

Ñ.1. Índice de peróxidos a los 0 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 0						
Empaque	No	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	3.0103	15.20	15.40	0.05	0.50
	2	3.0086	15.40	15.70	0.05	0.83
	3	3.0761	15.70	15.90	0.05	0.49
	χ	3.0317	15.43	15.67	0.05	0.61
	σ	0.0385	0.25	0.25	0.00	0.20

Ñ.2. Índice de peróxidos a los 14 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 14						
Empaque	No	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5300	38.70	39.00	0.05	0.99
	2	2.5168	39.00	39.30	0.05	0.99
	3	2.5638	39.30	39.70	0.05	1.37
	χ	2.5369	39.00	39.33	0.05	1.12
	σ	0.0242	0.30	0.35	0.00	0.22
Polipropileno Metalizado	1	2.5533	39.70	40.10	0.05	1.37
	2	2.5342	40.10	40.30	0.05	0.59
	3	2.5649	40.30	40.60	0.05	0.97
	χ	2.5508	40.03	40.33	0.05	0.98
	σ	0.0155	0.31	0.25	0.00	0.39

Ñ.3. Índice de peróxidos a los 64 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 64						
Empaque	No	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5112	25.10	25.40	0.05	1.00
	2	2.5216	25.40	26.00	0.05	2.18
	3	2.5315	26.00	26.40	0.05	1.38
	χ	2.5214	25.50	25.93	0.05	1.52
	σ	0.0102	0.46	0.50	0.00	0.60
Polipropileno Metalizado	1	2.6450	26.40	26.60	0.05	0.57
	2	2.5090	26.60	27.10	0.05	1.79
	3	2.5203	27.10	27.50	0.05	1.39
	χ	2.5581	26.70	27.07	0.05	1.25
	σ	0.0755	0.36	0.45	0.00	0.62

Ñ.4. Índice de peróxidos a los 74 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 74						
Empaque	No	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5143	37.30	37.80	0.05	1.79
	2	2.5690	37.80	38.30	0.05	1.75
	3	2.5035	38.30	38.70	0.05	1.40
	χ	2.5289	37.80	38.27	0.05	1.65
	σ	0.0351	0.50	0.45	0.00	0.22
Polipropileno Metalizado	1	2.5791	39.00	39.40	0.05	1.36
	2	2.5121	39.40	39.80	0.05	1.39
	3	2.5184	39.80	40.25	0.05	1.59
	χ	2.5365	39.40	39.82	0.05	1.45
	σ	0.0370	0.40	0.43	0.00	0.12

Anexo O

Índice de peróxidos a través del tiempo a 38°C

O.1. Índice de peróxidos a los 0 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 0						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	3.0103	15.20	15.40	0.05	0.50
	2	3.0086	15.40	15.70	0.05	0.83
	3	3.0761	15.70	15.90	0.05	0.49
	χ	3.0317	15.43	15.67	0.05	0.61
	σ	0.0385	0.25	0.25	0.00	0.20

O.2. Índice de peróxidos a los 14 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 14						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.4166	39.45	39.60	0.05	0.41
	2	2.5496	39.60	39.90	0.05	0.98
	3	2.5103	39.90	40.15	0.05	0.80
	χ	2.4922	39.65	39.88	0.05	0.73
	σ	0.0683	0.23	0.28	0.00	0.29
Polipropileno Metalizado	1	2.4894	38.70	38.85	0.05	0.40
	2	1.5386	38.85	39.05	0.05	0.97
	3	2.5345	39.05	39.25	0.05	0.59
	χ	2.1875	38.87	39.05	0.05	0.66
	σ	0.5624	0.18	0.20	0.00	0.29

O.3. Índice de peróxidos a los 64 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 64						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5343	29.80	30.30	0.05	1.78
	2	2.8522	30.30	30.90	0.05	1.93
	3	2.7419	30.90	31.50	0.05	2.01
	χ	2.7095	30.33	30.90	0.05	1.90
	σ	0.1614	0.55	0.60	0.00	0.12
Polipropileno Metalizado	1	2.5710	28.25	28.65	0.05	1.36
	2	2.6704	28.80	29.30	0.05	1.69
	3	2.8601	29.30	29.80	0.05	1.57
	χ	2.7005	28.78	29.25	0.05	1.54
	σ	0.1469	0.53	0.58	0.00	0.16

O.4. Índice de peróxidos a los 74 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 74						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5072	30.10	30.80	0.05	2.59
	2	2.5151	31.40	32.00	0.05	2.19
	3	2.5011	32.00	32.65	0.05	2.40
	χ	2.5078	31.17	31.82	0.05	2.39
	σ	0.0070	0.97	0.94	0.00	0.20
Polipropileno Metalizado	1	2.4958	33.60	34.05	0.05	1.60
	2	2.5446	34.05	34.60	0.05	1.96
	3	2.5643	34.60	35.05	0.05	1.56
	χ	2.5349	34.08	34.57	0.05	1.71
	σ	0.0353	0.50	0.50	0.00	0.22

Anexo P

Índice de peróxidos a través del tiempo a 45°C

P.1. Índice de peróxidos a los 0 días de incubación

T3: 45°C						
Día: 0						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno de 40 micras y Polipropileno metalizado	1	3.0103	15.20	15.40	0.05	0.50
	2	3.0086	15.40	15.70	0.05	0.83
	3	3.0761	15.70	15.90	0.05	0.49
	χ	3.0317	15.43	15.67	0.05	0.61
	σ	0.0385	0.25	0.25	0.00	0.20

P.2. Índice de peróxidos a los 14 días de incubación

T3: 45°C						
Día: 14						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.4945	35.25	35.90	0.05	2.41
	2	2.5408	35.90	36.45	0.05	1.97
	3	2.5242	36.45	37.00	0.05	1.98
	χ	2.5198	35.87	36.45	0.05	2.12
	σ	0.0235	0.60	0.55	0.00	0.25
Polipropileno Metalizado	1	2.5268	37.00	37.40	0.05	1.39
	2	2.5444	37.60	38.10	0.05	1.77
	3	2.4931	38.10	38.60	0.05	1.80
	χ	2.5214	37.57	38.03	0.05	1.65
	σ	0.0261	0.55	0.60	0.00	0.23

P.3. Índice de peróxidos a los 64 días de incubación

T3: 45°C						
Día: 64						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5028	29.00	30.75	0.05	6.79
	2	2.5061	30.75	31.20	0.05	1.60
	3	2.5549	31.20	31.80	0.05	2.15
	χ	2.5213	30.32	31.25	0.05	3.51
	σ	0.0292	1.16	0.53	0.00	2.85
Polipropileno Metalizado	1	2.5266	31.80	32.30	0.05	1.78
	2	2.5291	32.30	33.10	0.05	2.97
	3	2.5060	33.10	33.90	0.05	2.99
	χ	2.5206	32.40	33.10	0.05	2.58
	σ	0.0127	0.66	0.80	0.00	0.69

P.4. Índice de peróxidos a los 74 días de incubación

T3: 45°C						
Día: 74						
Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno 40 micras	1	2.5022	44.80	45.90	0.05	4.20
	2	2.5057	45.90	46.80	0.05	3.39
	3	2.5136	46.80	47.70	0.05	3.38
	χ	2.5072	45.83	46.80	0.05	3.66
	σ	0.0058	1.00	0.90	0.00	0.47
Polipropileno Metalizado	1	2.5303	39.90	40.70	0.05	2.96
	2	2.5244	41.05	41.80	0.05	2.77
	3	2.5861	42.40	43.40	0.05	3.67
	χ	2.5469	41.12	41.97	0.05	3.14
	σ	0.0340	1.25	1.36	0.00	0.47

Anexo Q

Humedad a través del tiempo a 25°C

Q.1. Humedad a los 0 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 0						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras y metalizado	1	14.8736	24.8763	24.8735	10.0027	0.03
	2	16.5552	26.5547	26.5525	9.9995	0.02
	3	16.4984	26.4924	26.4867	9.9940	0.06
	χ	15.9757	25.9745	25.9709	9.9987	0.04
	σ	0.9549	0.9516	0.9509	0.0044	0.02

Q.2. Humedad a los 14 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 14						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	16.1929	26.1868	26.1298	9.9939	0.57
	2	15.9904	25.0056	24.9571	9.0152	0.54
	3	16.4764	26.4738	26.4288	9.9974	0.45
	χ	16.2199	25.8887	25.8386	9.6688	0.52
	σ	0.2441	0.7782	0.7779	0.5661	0.06
Polipropileno Metalizado	1	16.5928	25.5451	25.5419	8.9523	0.04
	2	16.0354	26.0336	26.0117	9.9982	0.22
	3	16.3952	26.4012	26.3538	10.006	0.47
	χ	16.3411	25.9933	25.9691	9.6522	0.24
	σ	0.2826	0.4295	0.4076	0.6061	0.22

Q.3. Humedad a los 64 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 64						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	15.7494	25.7335	25.6432	9.9841	0.90
	2	15.5671	25.5584	25.4499	9.9913	1.09
	3	16.0153	26.0268	25.9275	10.0115	0.99
	χ	15.7773	25.7729	25.6735	9.9956	0.99
	σ	0.2254	0.2367	0.2402	0.0142	0.09
Polipropileno Metalizado	1	15.5296	25.5180	25.4655	9.9884	0.53
	2	16.6429	26.6614	26.5940	9.9511	0.68
	3	16.6608	26.6275	26.5848	9.924	0.43
	χ	16.2778	26.2690	26.2148	9.9545	0.54
	σ	0.6480	0.6506	0.6489	0.0323	0.12

Q.4. Humedad a los 74 días de incubación

T1: 25°C						
Día: 74						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	16.1251	26.1597	26.0508	10.0346	1.09
	2	16.1929	26.2065	26.0992	10.0136	1.07
	3	15.5884	25.5917	25.4731	10.0033	1.19
	χ	15.9688	25.9860	25.8744	10.0172	1.11
	σ	0.3312	0.3422	0.3483	0.0160	0.06
Polipropileno Metalizado	1	15.5316	25.6295	25.5821	10.0979	0.47
	2	16.6457	26.6665	26.6065	9.9608	0.60
	3	16.6624	26.6618	26.6022	9.9398	0.60
	χ	16.2799	26.3193	26.2636	9.9995	0.56
	σ	0.6481	0.5974	0.5902	0.0859	0.08

Anexo R

Humedad a través del tiempo a 38°C

R.1. Humedad a los 0 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 0						
Empaque	No.	Capsula vacía	Cápsula con muestra	Peso después de secado	Peso de muestra inicial	Humedad (%)
40 micras y metalizado	1	14.8736	24.8763	24.8735	10.0027	0.03
	2	16.5552	26.5547	26.5525	9.9995	0.02
	3	16.4984	26.4924	26.4867	9.9940	0.06
	χ	15.9757	25.9745	25.9709	9.9987	0.04
	σ	0.9549	0.9516	0.9509	0.0044	0.02

R.2. Humedad a los 14 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 14						
Empaque	No.	Peso capsula vacía ($\pm 0.0001g$)	Peso cápsula y muestra ($\pm 0.0001g$)	Peso cápsula y muestra seca ($\pm 0.0001g$)	Peso de muestra húmeda ($\pm 0.0001g$)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	16.2344	26.2057	26.086	9.9713	1.20
	2	15.5411	25.5699	25.425	10.0288	1.44
	3	16.3645	26.3592	26.2505	9.9947	1.09
	χ	16.0467	26.0449	25.9205	9.9983	1.24
	σ	0.4426	0.4185	0.4369	0.0289	0.18
Polipropileno Metalizado	1	16.6474	21.6615	21.6325	5.0141	0.58
	2	15.8254	20.8292	20.8078	4.9824	0.43
	3	16.4592	26.4519	26.4018	9.9426	0.50
	χ	16.3107	22.9809	22.9474	6.6464	0.50
	σ	0.4307	3.0347	3.0199	2.8547	0.07

R.3. Humedad a los 64 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 64						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	17.0492	27.0527	26.9299	10.0035	1.23
	2	16.2316	26.2132	26.0995	9.9816	1.14
	3	14.7865	24.7899	24.6664	10.0034	1.23
	χ	16.0224	26.0186	25.8986	9.9962	1.20
	σ	1.1458	1.1439	1.1450	0.0126	0.05
Polipropileno Metalizado	1	16.5891	26.5759	26.5104	9.9868	0.66
	2	16.2560	26.2500	26.1866	9.994	0.63
	3	16.4620	26.4671	26.4001	10.0051	0.67
	χ	16.4357	26.4310	26.3657	9.9953	0.65
	σ	0.1681	0.1659	0.1646	0.0092	0.02

R.4. Humedad a los 74 días de incubación

T2: 38°C						
Día: 74						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	16.1200	26.1137	25.9901	9.9937	1.24
	2	16.1957	26.1354	26.0142	9.9397	1.22
	3	15.5931	25.4875	25.3551	9.8944	1.34
	χ	15.9696	25.9122	25.7865	9.9426	1.26
	σ	0.3282	0.3680	0.3738	0.0497	0.06
Polipropileno Metalizado	1	15.5290	25.5473	25.4638	10.0183	0.83
	2	16.6441	26.6453	26.5807	9.9366	0.65
	3	16.6621	26.6485	26.5713	9.9092	0.78
	χ	16.2784	26.2804	26.2053	9.9547	0.75
	σ	0.6491	0.6349	0.6421	0.0568	0.09

Anexo S

Humedad a través del tiempo a 45°C

S.1. Humedad a los 0 días de incubación

T3: 45°C					
Día 0					
No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
1	14.8736	24.8763	24.8735	10.0027	0.03
2	16.5552	26.5547	26.5525	9.9995	0.02
3	16.4984	26.4924	26.4867	9.9940	0.06
χ	15.9757	25.9745	25.9709	9.9987	0.04
σ	0.9549	0.9516	0.9509	0.0044	0.02

S.2. Humedad a los 14 días de incubación

T3: 45°C						
Día 14						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	16.7526	26.7302	26.7120	9.9776	0.18
	2	15.6402	25.6401	25.6105	9.9999	0.30
	3	16.4927	26.5123	26.4858	10.0196	0.26
	χ	16.2952	26.2942	26.2694	9.9990	0.25
	σ	0.5819	0.5768	0.5818	0.0210	0.06
Polipropileno Metalizado	1	16.2001	26.2189	26.1877	10.0188	0.31
	2	16.0175	26.0690	26.0324	10.0515	0.36
	3	16.8204	26.8028	26.7905	9.9824	0.12
	χ	16.3460	26.3636	26.3369	10.0176	0.27
	σ	0.4209	0.3877	0.4005	0.0346	0.13

S.3. Humedad a los 64 días de incubación

T3: 45°C						
Día 64						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	17.0500	26.9997	26.8658	9.9497	1.35
	2	16.2325	26.2357	26.1023	10.0032	1.33
	3	14.7898	24.8161	24.6839	10.0263	1.32
	χ	16.0241	26.0172	25.8840	9.9931	1.33
	σ	1.1444	1.1081	1.1072	0.0393	0.01
Polipropileno Metalizado	1	16.3692	26.3527	26.2698	9.9835	0.83
	2	17.5465	27.5359	27.4549	9.9084	0.82
	3	16.5256	26.5156	26.4298	9.9042	0.87
	χ	16.8138	26.8014	26.7182	9.9320	0.84
	σ	0.6394	0.6413	0.6430	0.0446	0.03

S.4. Humedad a los 74 días de incubación

T3: 45°C						
Día 74						
Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno 40 micras	1	17.0539	27.0132	26.8752	9.9593	1.39
	2	16.2362	26.2613	26.1241	10.0251	1.37
	3	14.7924	24.7804	24.6434	9.988	1.37
	χ	16.0275	26.0183	25.8809	9.9908	1.38
	σ	1.1451	1.1361	1.1356	0.0330	0.01
Polipropileno Metalizado	1	16.5857	26.6000	26.5033	10.0143	0.97
	2	16.2539	26.2556	26.1648	9.9109	0.92
	3	16.4599	26.4312	26.3378	9.8779	0.95
	χ	16.4332	26.4289	26.3353	9.9344	0.94
	σ	0.1675	0.1722	0.1693	0.0712	0.02

Anexo T

Determinación de valor crítico de deterioro

T.1. Grasa obtenida promedio

Empaque	No	Masa Mx (±0.0001g)	Masa V (±0.0001g)	Masa GE (±0.0001g)	Grasa (%)
Polipropileno transparente de 30 micras	1	10.0989	76.8786	79.9031	29.9488
	2	10.0714	75.6211	78.7839	31.4038
	3	10.0453	74.9642	78.0479	30.6979
	χ	10.0719	75.8213	78.9116	30.6835
	σ	0.0268	0.9728	0.9342	0.7276

T.2. Índice de peróxidos promedio

Empaque	No.	Masa G (±0.0001g)	Vo (±0.05 ml)	Vf (±0.05 ml)	Blanco (±0.05 ml)	IP (meq peróxido/kg grasa)
Polipropileno transparente de 30 micras	1	3.2245	33.00	37.70	0.05	14.42
	2	2.7627	37.70	42.20	0.05	16.11
	3	3.0829	42.20	46.95	0.05	15.25
	χ	3.0234	37.63	42.28	0.05	15.26
	σ	0.2366	4.60	4.63	0.00	0.84

T.2. Humedad promedio

Empaque	No.	Peso capsula vacía (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra (±0.0001g)	Peso cápsula y muestra seca (±0.0001g)	Peso de muestra húmeda (±0.0001g)	Humedad (%)
Polipropileno transparente de 30 micras	1	15.6382	25.6403	25.2545	10.0021	3.8572
	2	15.3572	25.3456	24.9506	9.9884	3.9546
	3	15.7126	25.7158	25.3231	10.0032	3.9257
	χ	15.5693	25.5672	25.1761	9.9979	3.9125
	σ	0.1874	0.1956	0.1982	0.0082	0.0500

Anexo U

Datos obtenidos del panel sensorial de discriminación

Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia saladas	Respuesta (correcta/ incorrecta)
Hombre	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	Correcta
Mujer	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Hombre	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	Correcta
Hombre	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Correcta
Mujer	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	1 vez al mes	Incorrecta
Hombre	Menor de 18	1 vez por semana	1 vez al mes	Incorrecta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Correcta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Correcta
Mujer	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	Correcta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	Correcta
Hombre	18-20	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	Correcta
Hombre	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	18-20	1 vez al mes	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	31-40	3 o más veces por semana	1 vez al mes	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez al mes	1 vez por semana	Incorrecta
Hombre	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez por semana	1 vez al mes	Incorrecta
Hombre	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Hombre	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Correcta
Mujer	21-25	1 vez cada dos semanas	3 o más veces por semana	Incorrecta
Hombre	21-25	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Correcta
Hombre	21-25	1 vez por semana	1 vez al mes	Correcta
Mujer	Menor de 18	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez por semana	3 o más veces por semana	Correcta

Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia saladas	Respuesta (correcta/ incorrecta)
Mujer	21-25	1 vez por semana	3 o más veces por semana	Incorrecta
Hombre	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez al mes	1 vez al mes	Incorrecta
Hombre	21-25	3 o más veces por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez por semana	3 o más veces por semana	Correcta
Mujer	31-40	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	Correcta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Correcta
Mujer	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	1 vez al mes	Correcta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Hombre	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	Incorrecta
Mujer	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Correcta
Hombre	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Hombre	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	Incorrecta
Mujer	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	Incorrecta
Hombre	21-25	1 vez por semana	3 o más veces por semana	Correcta

Donde:

- **Frecuencia dulces:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas dulces
- **Frecuencia saladas:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas saladas

Anexo V

Datos obtenidos del panel sensorial de aceptación

V.1 Calificaciones de aceptabilidad obtenidas a los 14 días de incubación

Panelista	Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia salados	40/ 25C	40/ 38C	40/ 45C	M/ 25C	M/ 38C	M/ 45C
1	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	7	7	8	7	6	6
2	M	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	8	7	9	8	6	9
3	M	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	4	7	5	8	6	7
4	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	8	8	8	8	8	8
5	H	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	7	7	7	6	6	7
6	H	Menor a 18	1 vez por semana	1 vez por semana	7	7	7	7	7	8
7	M	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	7	7	7	5	4	8
8	M	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	4	8	6	5	7	5
9	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez al mes	7	7	6	8	7	6
10	H	18-20	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	7	8	8	7	9	9
11	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	7	7	9	8	8	8
12	M	18-20	1 vez por semana	3 o más veces por semana	9	7	6	5	8	8
13	M	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez por semana	6	7	8	7	6	7
14	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez al mes	7	7	7	6	6	7
15	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	8	9	7	5	7
16	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	8	6	7	5	4	8
17	M	18-20	1 vez por semana	3 o más veces por semana	6	6	8	7	6	7
18	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	6	8	5	5	4	5
19	H	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	9	8	9	9	9	8
20	M	18-20	1 vez cada dos semanas	3 o más veces por semana	7	8	9	8	8	7
21	H	21-25	1 vez al mes	1 vez al mes	5	6	4	4	5	6
22	M	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	7	8	8	7	6	6
23	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	5	6	6	7	8	6
24	M	18-20	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	7	6	5	5	4	5
25	H	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	5	6	6	7	7
26	M	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	5	6	6	5	6	6
27	M	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	6	6	6	6	5	6
28	M	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez por semana	8	6	7	6	6	4
29	M	18-20	1 vez por semana	1 vez al mes	7	8	7	7	7	6
30	M	18-20	1 vez por semana	3 o más veces por semana	7	7	9	8	9	5

Panelista	Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia salados	40/ 25C	40 / 38C	40 / 45C	M / 25C	M / 38C	M / 45C
31	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	6	5	7	6	5	5
32	H	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	5	6	6	5	8	4
33	M	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	7	5	6	4	3	7
34	M	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	5	6	8	7	6	6
35	M	31-40	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	9	9	9	9	9	9
36	M	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	8	7	4	9	7	4
37	H	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	6	6	8	7	7	7
38	M	18-20	1 vez al mes	1 vez por semana	6	4	6	4	6	6
39	M	21-25	1 vez al mes	1 vez al mes	9	8	9	4	8	7
40	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	8	7	9	5	8	7
41	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	7	7	7	7	7	7
42	M	Menor a 18	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	7	7	8	6	7	6
43	M	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	7	4	6	9	4	4
44	M	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	4	6	5	4	6	5
45	M	18-20	1 vez por semana	3 o más veces por semana	7	8	9	6	8	6
46	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	7	6	5	6	6	6
47	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez por semana	9	6	5	5	3	4
48	M	21-25	1 vez al mes	1 vez al mes	9	7	7	8	5	8
49	M	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	7	7	6	6	7	7
50	H	18-20	1 vez por semana	1 vez al mes	5	5	7	7	3	7
51	M	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	6	7	4	8	4	5
52	M	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	6	7	5	5	7
53	H	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	6	2	6	5	4	7
54	M	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	5	6	7	5	6	6
55	H	21-25	3 o más veces por semana	1 vez por semana	8	7	7	7	7	6
56	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	9	6	8	9	8	6
57	M	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	8	8	8	7	8	7
58	H	18-20	1 vez por semana	1 vez al mes	7	6	8	6	5	8
59	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	5	5	6	6	7	5
60	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	8	7	5	7	6	4

Donde:

- **Frecuencia dulces:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas dulces
- **Frecuencia saladas:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas saladas
- **40 / (x)°C:** Empaque de polipropileno transparente de 40 micras almacenado a la temperatura dada
- **M / (x)°C:** Empaque de polipropileno metalizado almacenado a la temperatura dada

V.2 Calificaciones de aceptabilidad obtenidas a los 64 días de incubación

Panelista	Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia salados	40/ 25C	40 / 38C	40 / 45C	M / 25C	M / 38C	M / 45C
1	M	41-50	3 o más veces por semana	1 vez al mes	5	6	3	4	6	3
2	M	21-25	1 vez por semana	3 o más veces por semana	9	8	9	8	9	7
3	H	26-30	1 vez por semana	1 vez por semana	8	8	8	8	6	8
4	M	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	9	6	5	6	5	8
5	M	26-30	1 vez por semana	1 vez al mes	7	9	9	9	9	9
6	H	18-20	1 vez al mes	1 vez por semana	8	8	8	9	7	9
7	M	26-30	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	9	8	8	8	9	9
8	M	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	8	7	9	8	7	8
9	M	31-40	1 vez por semana	1 vez por semana	9	7	8	9	8	8
10	M	Menor a 18	1 vez por semana	1 vez al mes	9	8	8	8	7	8
11	H	Mayor a 50	3 o más veces por semana	1 vez por semana	7	8	9	9	8	8
12	H	21-25	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	5	5	7	7	6	7
13	H	18-20	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	8	7	5	6	5	5
14	H	26-30	1 vez al mes	1 vez al mes	8	8	7	8	8	7
15	H	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	7	7	7	7	7	7
16	M	26-30	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	8	8	5	8	6	9
17	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	8	6	7	7	6
18	M	21-25	1 vez al mes	1 vez por semana	9	8	5	9	7	8
19	H	21-25	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	6	6	8	5	7	6
20	M	26-30	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	8	8	8	7	7	5
21	M	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	8	7	9	6	6
22	H	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez al mes	8	7	2	7	6	5
23	H	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez por semana	6	8	8	8	7	7
24	H	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	9	1	7	9	5
25	H	41-50	1 vez por semana	3 o más veces por semana	6	9	3	7	9	6
26	M	31-40	1 vez por semana	1 vez por semana	8	8	8	7	8	7
27	H	31-40	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	6	4	6	5	7
28	H	21-25	1 vez por semana	1 vez al mes	6	4	3	5	5	4
29	M	26-30	1 vez al mes	1 vez al mes	6	7	7	7	7	6
30	M	31-40	3 o más veces por semana	1 vez al mes	7	6	5	5	7	4
31	H	31-40	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	9	6	7	7	6	6
32	M	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	6	4	4	6	5	4
33	H	26-30	1 vez por semana	1 vez por semana	6	6	5	5	6	6
34	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	9	6	6	6	7	8
35	M	26-30	1 vez al mes	1 vez por semana	5	6	2	7	4	6
36	M	41-50	1 vez por semana	1 vez al mes	6	8	2	1	3	3

Panelista	Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia salados	40/ 25C	40 / 38C	40 / 45C	M / 25C	M / 38C	M / 45C
37	M	31-40	1 vez al mes	1 vez al mes	6	6	4	5	6	3
38	M	26-30	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	8	8	8	7	7	5
39	M	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	8	7	9	6	6
40	H	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez al mes	8	7	2	7	6	5
41	H	Menor a 18	3 o más veces por semana	1 vez por semana	6	8	8	8	7	7
42	H	21-25	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	9	1	7	9	5
43	H	41-50	1 vez por semana	3 o más veces por semana	6	9	3	7	9	6
44	M	31-40	1 vez por semana	1 vez por semana	8	8	8	7	8	7
45	H	31-40	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	6	4	6	5	7
46	H	21-25	1 vez por semana	1 vez al mes	6	4	3	5	5	4
47	M	26-30	1 vez al mes	1 vez al mes	6	7	7	7	7	6
48	M	31-40	3 o más veces por semana	1 vez al mes	7	6	5	5	7	4
49	H	31-40	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	9	6	7	7	6	6
50	M	21-25	3 o más veces por semana	3 o más veces por semana	6	4	4	6	5	4
51	H	26-30	1 vez por semana	1 vez por semana	6	6	5	5	6	6
52	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez por semana	9	6	6	6	7	8
53	M	26-30	1 vez al mes	1 vez por semana	5	6	4	7	4	6
54	M	41-50	1 vez por semana	1 vez al mes	6	8	7	4	3	3
55	M	31-40	1 vez al mes	1 vez al mes	6	6	6	5	6	3
56	M	26-30	1 vez por semana	1 vez al mes	7	9	9	9	9	8
57	H	18-20	1 vez al mes	1 vez por semana	8	8	8	9	7	9
58	M	26-30	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	9	8	8	8	9	8
59	M	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	8	7	9	8	7	8
60	M	31-40	1 vez por semana	1 vez por semana	9	7	8	9	8	8

Donde:

- **Frecuencia dulces:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas dulces
- **Frecuencia saladas:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas saladas
- **40 / (x)°C:** Empaque de polipropileno transparente de 40 micras almacenado a la temperatura dada
- **M / (x)°C:** Empaque de polipropileno metalizado almacenado a la temperatura dada

V.3 Calificaciones de aceptabilidad obtenidas a los 74 días de incubación

Panelista	Genero	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia saladas	40/ 25C	40 / 38C	40 / 45C	M / 25C	M / 38C	M / 45C
1	H	18-20	3 o más veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	4	4	7	5	6
2	M	18-20	1 vez por semana	3 o mas veces por semana	7	6	6	8	6	7
3	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	6	7	7	5	7	6
4	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	7	5	5	3	6
5	H	18-20	3 o mas veces por semana	3 o mas veces por semana	7	4	3	7	6	2
6	M	18-20	1 vez por semana	1 vez al mes	8	7	5	8	6	7
7	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	8	7	7	9	6	6
8	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez al mes	6	6	5	9	7	5
9	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez cada dos semanas	8	6	5	8	5	7
10	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	7	6	7	6	6	7
11	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	8	8	5	9	7	6
12	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	6	6	7	6	7	7
13	H	31-40	1 vez al mes	1 vez al mes	8	5	7	7	4	8
14	M	Mayor a 50	1 vez al mes	1 vez cada dos semanas	9	7	6	9	6	6
15	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez cada dos semanas	6	7	2	8	8	8
16	M	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez por semana	8	5	6	6	7	4
17	M	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	7	8	2	7	7	6
18	M	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	9	7	8	9	6	6
19	M	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	8	8	4	8	6	5
20	H	18-20	3 o mas veces por semana	3 o mas veces por semana	6	8	6	6	9	6
21	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	8	4	3	7	6	3
22	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez cada dos semanas	9	8	7	8	9	7
23	M	18-20	1 vez al mes	1 vez por semana	7	4	6	6	8	2
24	H	Mayor a 50	1 vez por semana	3 o mas veces por semana	8	7	7	8	6	6
25	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	7	8	7	8	8	7
26	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez cada dos semanas	5	4	4	7	6	4
27	M	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	9	7	6	8	8	6
28	M	18-20	3 o mas veces por semana	3 o mas veces por semana	6	8	7	8	6	5
29	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez al mes	6	8	9	7	7	4
30	M	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	6	6	7	5	3
31	H	18-20	1 vez por semana	3 o mas veces por semana	5	7	6	8	6	4
32	H	18-20	1 vez cada dos semanas	1 vez cada dos semanas	7	8	6	8	8	7
33	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez al mes	6	6	7	8	7	6
34	M	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	6	6	5	7	7	9
35	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	6	8	7	6	7	6
36	M	21-25	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	9	7	6	7	6	5

Panelista	Género	Edad	Frecuencia dulces	Frecuencia salados	40/ 25C	40 / 38C	40 / 45C	M / 25C	M / 38C	M / 45C
37	M	21-25	1 vez por semana	1 vez por semana	9	7	8	7	9	8
38	M	21-25	1 vez al mes	1 vez por semana	8	8	6	9	6	7
39	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	7	9	7	7	8	7
40	H	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez al mes	6	5	8	7	7	6
41	M	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	8	6	7	4	4
42	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez al mes	8	4	5	8	4	3
43	M	18-20	1 vez por semana	3 o mas veces por semana	6	5	4	8	6	4
44	H	18-20	1 vez por semana	3 o mas veces por semana	6	6	6	8	7	5
45	H	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	5	7	7	6	6	7
46	M	18-20	1 vez por semana	1 vez al mes	7	7	6	5	7	6
47	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	5	6	3	7	4	7
48	H	21-25	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	5	6	5	5	5
49	M	18-20	1 vez al mes	3 o mas veces por semana	6	8	6	7	5	5
50	M	Menor a 18	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	8	6	7	7	7
51	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	9	6	4	6	6	6
52	M	18-20	3 o mas veces por semana	3 o mas veces por semana	7	7	7	8	3	8
53	M	18-20	3 o mas veces por semana	1 vez por semana	9	6	7	6	8	7
54	H	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	8	7	7	9	6	5
55	H	18-20	3 o mas veces por semana	3 o mas veces por semana	8	6	9	7	4	6
56	M	18-20	1 vez por semana	1 vez por semana	7	6	4	5	6	4
57	H	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	6	6	5	7	8	4
58	M	18-20	1 vez por semana	1 vez cada dos semanas	9	8	6	6	7	5
59	H	21-25	3 o mas veces por semana	1 vez al mes	6	6	5	7	5	6
60	H	18-20	1 vez al mes	1 vez al mes	7	6	8	7	5	4

Donde:

- **Frecuencia dulces:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas dulces
- **Frecuencia saladas:** Frecuencia de consumo del panelista de galletas saladas
- **40 / (x)°C:** Empaque de polipropileno transparente de 40 micras almacenado a la temperatura dada
- **M / (x)°C:** Empaque de polipropileno metalizado almacenado a la temperatura dada

Anexo W

Análisis de varianza de un factor con alfa de 0.05

W.1 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 25°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Aceptación a los 14 días a 25°C	60	408	6.8	1.8
Aceptación a los 64 días a 25°C	60	430	7.2	1.7
Aceptación a los 74 días a 25°C	60	425	7.1	1.5

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.4	2	2.22	1.34	0.264	3.05
Dentro de los grupos	292.5	177	1.65			
Total	296.95	179				

W.2 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 38°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Aceptación a los 14 días a 38°C	60	395	6.6	1.5
Aceptación a los 64 días a 38°C	60	423	7.1	1.7
Aceptación a los 74 días a 38°C	60	392	6.5	1.6

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	9.74	2.00	4.87	3.01	0.052	3.05
Dentro de los grupos	286.37	177.00	1.62			
Total	296.11	179.00				

W.3 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 45°C en empaque de polipropileno transparente de 40 micras

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Aceptación a los 14 días a 45°C	60	415	6.9	2.0
Aceptación a los 64 días a 45°C	60	357	6.0	5.3
Aceptación a los 74 días a 45°C	60	352	5.9	2.4

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	40.878	2.000	20.439	6.277	0.002	3.047
Dentro de los grupos	576.367	177.000	3.256			
Total	617.244444	179				

W.4 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 25°C en empaque de polipropileno metalizado

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
420	60	386	6.4	2.0
420	60	413	6.9	2.5
472	60	431	7.2	1.2

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	17.100	2.000	8.550	4.452	0.013	3.047
Dentro de los grupos	339.900	177.000	1.920			
Total	357	179				

W.5 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 38°C en empaque de polipropileno metalizado

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
530	60	376	6.3	2.5
530	60	400	6.7	2.2
515	60	377	6.3	1.9

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.144	2.000	3.072	1.376	0.255	3.047
Dentro de los grupos	395.250	177.000	2.233			
Total	401.394	179.000				

W.6 Análisis de varianza en aceptabilidad de galletas almacenadas a 45°C en empaque de polipropileno metalizado

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
670	60	385	6.4	1.7
670	60	377	6.3	3.0
632	60	341	5.7	2.3

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	18.311	2.000	9.156	3.879	0.022	3.047
Dentro de los grupos	417.750	177.000	2.360			
Total	436.061	179.000				

Filtro para ingreso a panel sensorial de aceptación

Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería en Ciencias de los Alimentos

Por favor lea y firme la hoja de consentimiento antes de ingresar y empezar el siguiente cuestionario. Le recordamos que las siguientes muestras pueden contener: HUEVOS, TRIGO, SOYA y LECHE. Si tiene alguna alergia hacia alguno de los siguientes ingredientes, le recomendamos no participar.

CUESTIONARIO

Escribe el número que se te entregó en la entrada:

Marca todas las galletas que has probado y sí te sientes familiarizado con ellas.

1. Galletas de mantequilla Pozuelo



3. Galletas de mantequilla San Martín



2. Galletas de mantequilla Julieta



4. Galletas de mantequilla Ánfora



Al terminar entrega tu cuestionario y serás enviado a la siguiente etapa del proceso.
Agradecemos mucho tu tiempo y tus respuestas honestas.

Lista de símbolos

V_i	Volumen inicial en ml de tiosulfato de sodio
V_f	Volumen final en ml de tiosulfato de sodio
B	Blanco
M	Molaridad
IP	Índice de peróxidos