



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

PROTOCOLO PARA LA VIDA ÚTIL DEL PAN SIN RELLENO

Juliana Jaramillo Rodríguez

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias
Departamento de Alimentos
Medellín, Colombia
2020**



Protocolo para la vida útil del pan sin relleno

Juliana Jaramillo Rodríguez

**Trabajo de monografía presentado como requisito para optar al título de:
Especialista en Sistemas de Gestión de Calidad e Inocuidad Agroalimentaria**

Asesor:

Jhonatan Ruiz Aguirre

Profesional en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias

Departamento de Alimentos

Medellín, Colombia

2020

Nota de aceptación

Firma del presidente jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Medellín, 14 Diciembre 2020

Agradecimientos

A Dios por darme la vida, salud y permitirme realizar esta especialización.

A mi asesor, Jhonatan Ruiz Aguirre, por su orientación y disposición durante el desarrollo del trabajo.

A la coordinadora de la Especialización en sistemas de gestión de calidad e inocuidad agroalimentaria, Maurem Paola Ardila Castañeda por su colaboración como juez entrenado y por compartir sus conocimientos.

A la Profesora Olga Lucía Martínez Álvarez, por su colaboración como juez entrenado.

A la empresa Levito Panadería Vital, que facilitó las muestras de producto, y a su ingeniero de planta Keider David Martínez Pertuz, por su aporte en el trabajo desarrollado.

A los profesores de la especialización por sus aportes y enseñanzas.

A mi familia por su apoyo incondicional.

Índice de contenido

Lista de Tablas	7
Lista de Figuras	8
Lista de Gráficos	9
Glosario	10
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
1. Planteamiento del problema	18
2. Justificación.....	21
3. Objetivos	24
3.1. Objetivo general	24
3.2. Objetivos específicos	24
4. Marco teórico	25
4.1. Vida de anaquel.....	27
4.1.1. Desde el punto de vista de la industria alimentaria	27
4.1.2. Desde el punto de vista sensorial	28
4.1.3. Desde el punto de vista de la producción de un nuevo producto	28
4.1.4. Diseño de ensayos de vida útil de alimentos.....	28
4.2. Selección del diseño experimental	29
4.2.1. Diseño básico	29
4.2.2. Diseño escalonado.....	29
4.3. El Análisis sensorial del pan	30
4.3.1. Atributos de apariencia.....	30
4.3.2. Atributos de olor.....	31
4.3.3. Atributos de textura.....	32
4.3.4. Atributos de flavor.....	33
4.4. Deterioro del pan.....	34

4.4.1.	Deterioro químico.....	34
4.4.2.	Deterioro microbiológico	34
4.4.3.	Deterioro físico.....	35
4.5.	Métodos de evaluación para vida útil en alimentos	36
4.5.1.	Determinación directa	36
4.5.2.	Métodos acelerados	37
4.5.3.	Challenge tests.....	37
4.5.4.	Microbiología predictiva	38
4.5.5.	Estudios sensoriales.....	39
4.6.	Pruebas descriptivas	39
5.	Metodología	41
5.1.	Diseño experimental.....	43
5.2.	Desarrollo del protocolo.....	45
5.3.	Análisis microbiológicos y fisicoquímicos	47
5.4.	Aleatorización de paquetes	48
5.5.	Marcación de paquetes	51
5.6.	Almacenamiento de paquetes.....	51
5.7.	Método de Prueba Sensorial.....	51
5.8.	Cantidad de muestra.....	52
5.9.	Prueba sensorial por jueces entrenados.....	54
5.10.	Análisis estadístico de datos	57
6.	Resultados	59
7.	Conclusiones	63
8.	Recomendaciones.....	65
9.	Referencias	66
	Anexos	72

Lista de Tablas

Tabla 1. Principales atributos de textura del Pan	33
Tabla 2. Cronograma de análisis de muestras	46
Tabla 3. Parámetros microbiológicos del pan. Norma INVIMA	47
Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del pan.....	47
Tabla 5. Requisitos del pan blando. NTC 1363:2005	48
Tabla 6. Aleatorización de paquetes lote 1	49
Tabla 7. Aleatorización de paquetes lote 2	50
Tabla 8. Perfil sensorial del pan hamburguesa.....	55
Tabla 9. Resultados Análisis microbiológicos del pan hamburguesa	59
Tabla 10. Resultados Análisis fisicoquímicos del pan hamburguesa	59
Tabla 11. Costeo de análisis microbiológicos y fisicoquímicos lote 1	60
Tabla 12. Costeo de análisis microbiológicos y fisicoquímicos lote 2	60

Lista de Figuras

Figura 1. Presentación comercial del pan hamburguesa	45
Figura 2. Cantidad de muestra de pan hamburguesa	53

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Diagrama de flujo del pan hamburguesa x 70 g.....	44
Gráfico 2. Representación gráfica del Perfil Sensorial por aproximación multidimensional del Pan Hamburguesa x 70 g.....	61

Glosario

Análisis sensorial: Ciencia relacionada con la evaluación de los atributos de un producto que son percibidos por los órganos de los sentidos.

Atributo: Característica sensorial que describe el objeto en análisis: el conjunto de éstas integra el perfil de dicho objeto.

Control estadístico: Es un conjunto de valores numéricos obtenido de un ensayo sensorial en un tiempo cero. Los datos sensoriales pueden ser tantos atributos de calificación de un análisis descriptivo o un puntaje de aceptabilidad, dependiendo del método de ensayo escogido.

Corteza: Parte externa de un producto horneado con características de color, resistencia, grosor y consistencia propias del producto.

Fecha(s) de sacada: Punto(s) predeterminado(s) en el tiempo en el cual el producto se retira del almacenamiento para evaluación.

Lote: Cantidad determinada de unidades de un alimento de características similares fabricadas o producidas en condiciones esencialmente iguales que se identifican por tener el mismo código o clave de producción.

Miga: Parte interna de un producto horneado caracterizado por una estructura porosa.

Panes blandos: Panes que se caracterizan por su contenido alto de humedad y la suavidad en toda su estructura.

Perfil sensorial: Descripción de las propiedades sensoriales de una muestra, que consiste en la presentación de los atributos sensoriales en el orden en que son percibidos y con la asignación de un valor de intensidad para cada uno.

Punto de tiempo cero: Tiempo cuando el ensayo de vida en el estante empieza. Puede ser cuando el producto es elaborado, cuando hay un equilibrio en los ingredientes, cuando el producto es colocado en las condiciones de almacenamiento, o cuando el consumidor es la primera vez que lo ve.

Resumen

En el presente trabajo se planteó un protocolo teórico para el seguimiento de la vida útil del pan sin relleno, teniendo en cuenta los criterios y lineamientos de la GTC 289:2018 y Norma ASTM E2454:2011 para la determinación vida útil sensorial de productos de consumo. El diseño experimental propuesto es escalonado, para este se seleccionó uno de los productos más representativos como es el pan hamburguesa empacado en polipropileno mono orientado, almacenado en condiciones típicas, con una vida útil de 20 días; se establecieron 6 intervalos de muestreo (0, 5, 10, 15, 20, 25 días) y las variables microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales para el estudio de vida útil.

Se perfiló el producto, por medio de dos jueces entrenados del Grupo de Investigación en Ciencia Sensorial de la Universidad de Antioquia utilizando el método de consenso según GTC 232-2020, donde se definieron los descriptores sensoriales y la valoración de la intensidad en una escala de 0 a 5; los resultados del perfil sensorial se presentaron en un gráfico de radar. Se plantea para una segunda fase, retar el protocolo, teniendo en cuenta que es primordial contar con un panel entrenado para su ejecución.

Palabras clave: Vida útil, protocolo, descriptores, perfil sensorial, intensidad.

Abstract

The present work is a theoretical protocol that was proposed for monitoring the shelf life of unfilled bread, taking into account the criteria and guidelines of GTC 289:2018 and ASTM E2454:2011 for the determination of the sensorial shelf life of the products to consume. The proposed experimental design is staggered, for this was selected one of the most representative products such as the hamburger bread packed in a mono oriented polypropylene, stored under typical conditions, with a shelf life of 20 days; 6 sampling intervals were established (0,5,10,15,20,25 days) and the microbiological, physicochemical and sensorial variables for the shelf life study.

The product was profiled with the help of two trained judges from the Sensory Science Research Group of the Universidad de Antioquia using the consensus method according to GTC 232-2020, where the sensory descriptors and the intensity valuation were defined on a scale from 0 to 5; the sensory profile results were presented on a radar graph. It is proposed for a second phase to challenge the protocol, taking into account that it is essential to count with a trained panel for its execution.

Key words: Shelf life, protocol, descriptors, sensory profile, intensity.

Introducción

Según estudio realizado por Sectorial, para el período comprendido entre enero y mayo de 2020, el desempeño de la industria panificadora continuó la tendencia creciente que registró en 2019, durante los primeros cinco meses del año en curso, tanto el índice de producción como el índice de ventas reflejaron incrementos del 6,4% y el 7,3% respectivamente. La ficha económica de junio 2020 de la industria panificadora muestra el indicador de consumo per cápita de pan, para Colombia es de 27 Kg/año, Región Andina 47 Kg/año y México 80 Kg/año. Tecnificación de la producción, productos frescos y saludables, amigable con el medio ambiente son las tendencias de la industria panificadora (1).

“El pan es el producto alimenticio resultante de la fermentación y horneado de una mezcla básica de harina de trigo, agua, sal y levadura, que puede contener otros ingredientes, y/o aditivos permitidos por la legislación vigente” (2).

“La materia prima es la harina, y sólo el trigo y el centeno se consideran cereales panificables, es decir, los más adecuados para fabricar productos de panadería” (3).

El pan constituye una importante fuente energética en forma de hidratos de carbono complejos (almidón). Contiene alrededor de un 9% de proteínas procedentes del grano de trigo. Es una buena fuente de fibra, ya que parte del almidón se transforma durante el procesamiento y la cocción en almidón no digerible que actúa como fibra. También aporta cantidades no despreciables de minerales (Ca, Fe, Mg y Zn) y vitaminas del grupo B (tiamina, niacina y ácido fólico) (3).

“Los productos de panadería han sido una parte básica de la dieta humana durante siglos, siendo el pan el producto básico consumido diariamente por la mayor parte de la población. Los productos de panadería son populares y atractivos debido a sus características nutricionales, sensoriales y de textura” (4).

“Sin embargo, las características de calidad de los productos de panadería comienzan a deteriorarse inmediatamente después de la cocción, lo que lleva al envejecimiento, la pérdida de humedad y sabor y una vida útil limitada” (4).

“En los productos de panadería, cuando se usan conservantes en niveles altos pueden dar lugar a malos olores y sabores” (4).

“La vida útil de los productos de panadería está limitada por factores fisicoquímicos o microbiológicos y es altamente dependiente de su contenido de humedad” (4).

Durante las últimas décadas, debido a las necesidades y demandas de los consumidores, así como a los cambios en la forma en que se fabrican, distribuyen y comercializan los productos alimenticios, se ha desarrollado una gran variedad de productos de panadería junto con métodos alternativos o novedosos para su producción y conservación (4).

“El envasado juega un papel muy importante en la entrega de alimentos seguros, saludables y atractivos a los clientes” (4).

La calidad general inherente del producto, así como las condiciones ambientales de almacenamiento, influyen en las características de los productos de panadería y, por lo tanto, afectan su aceptación. Por lo tanto, se han investigado los materiales, métodos y condiciones de envasado para diferentes productos de panadería, así como metodología para la estimación y predicción de su vida útil (4).

“Los consumidores son cada vez más exigentes en cuanto a calidad, frescura, nutrición y propiedades sensoriales del pan. De hecho, la percepción sensorial juega un papel importante en la preferencia del consumidor y la compra de pan” (5).

Desde el punto de vista sensorial, la Norma ASTM E2454 de 2005, define la vida útil como “El tiempo durante el cual las características y desempeño del producto se mantienen como fueron proyectados por el fabricante. El producto es consumible o usable durante este periodo, brindándole al usuario final las características, desempeño y beneficios sensoriales deseados” (6).

El objetivo al determinar el final de la vida útil sensorial del alimento, es elegir un periodo lo más largo posible cuando se piensa desde el punto de vista económico de la empresa y a su vez se busca estar razonablemente seguro de que el consumidor no va a encontrar un sabor, textura y/o apariencia extraños antes de la fecha de vencimiento. En este sentido la evaluación sensorial puede considerarse una herramienta eficaz al momento de analizar y estudiar las características y la aceptabilidad de los alimentos a lo largo de su vida útil (6).

“Contar con un método estándar de evaluación sensorial, en este caso para el pan, ofrecería muchas ventajas, como sucede con otros productos como queso, vino, productos lácteos y aceite” (5).

La caracterización sensorial descriptiva es importante en la industria alimentaria, ya que puede guiar el desarrollo de productos y la reformulación de los mismos, así como a identificar los principales descriptores sensoriales, esenciales para la aceptación por los consumidores y la comercialización de productos (7).

Teniendo en cuenta la importancia del sector panificador, lo que se busca con este trabajo es centrar el interés en el método sensorial descriptivo como herramienta para el estudio de la vida útil del Pan, dada la importancia que tiene este producto, ya que forma parte de la dieta de seres humanos en todo el mundo y para los fabricantes de pequeñas y microempresas que necesitan cumplir con exigencias normativas de etiquetado, referente a

la declaración de la vida útil del producto, además de proporcionar al consumidor un producto seguro, nutritivo y aceptable.

1. Planteamiento del problema

Con los avances tecnológicos en el procesamiento de alimentos, la vida útil de los mismos en la mayoría de los casos ya no está definida por el aspecto sanitario (riesgo para la salud) sino por el rechazo desde el punto de vista sensorial. Los defectos sensoriales en el alimento suelen aparecer mucho más rápido que la pérdida de inocuidad (6).

Si se comete un error al determinar la vida útil de un alimento dejando de lado el aspecto sensorial, se correrá el riesgo de que se incrementen las quejas de los consumidores a causa de los defectos sensoriales no detectados por los instrumentos, poniendo en peligro la imagen de la empresa (6).

Los estudios de vida útil suelen requerir mucho tiempo y esfuerzo. El seguimiento de la vida útil forma parte de la etapa de desarrollo de un alimento y sin embargo no en todos los casos se otorga la dedicación necesaria. En ocasiones, las presiones por lanzar un producto al mercado provocan que se termine colocando la duración recomendada por la bibliografía o la de otro alimento parecido (6).

Los fabricantes son los responsables de realizar los estudios de vida útil y colocarla en el empaque junto con las condiciones de almacenamiento requeridas para lograr dicho tiempo. Estos estudios se deben llevar a cabo cuando se presentan algunas o varias de las siguientes condiciones: a) existen cambios en las condiciones de proceso o en la formulación; b) existen cambios en las condiciones de empaque o envase; c) existen cambios en las materias primas o proveedores; d) existen cambios en las condiciones de almacenamiento (8).

Los estudios de vida útil traen los siguientes beneficios:

- Asegurar la calidad y la inocuidad del producto estudiado para el período de vida útil establecido lo cual abre la posibilidad de ingresar a nuevos mercados y mejorar la imagen de la compañía.
- Ayudar a evaluar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).
- Cumplir con los aspectos reglamentarios y legales de etiquetado, que busca informar al consumidor sobre la vida útil de los productos que está comprando.
- Ayudar a seleccionar y validar nuevas formulaciones y formas de procesamiento, en el desarrollo de nuevos productos.
- Conocer los mecanismos de degradación del alimento, que pueden estar asociados por la presencia de oxígeno, la exposición a luz o a altas temperaturas, lo que ayuda a determinar las condiciones óptimas para el almacenamiento y la distribución (8).

En la actualidad, los estudios de vida útil realizados por laboratorios son costosos y para las pequeñas y microempresas del sector panificador no son tan asequibles; teniendo en cuenta que para los fabricantes es una exigencia normativa declarar la fecha de vencimiento y/o la fecha de duración mínima, además de contar con los soportes de los estudios de vida útil de sus productos, independiente de que se realicen en la empresa o en un laboratorio externo. Dada esta necesidad, se propone un protocolo donde se emplee un método descriptivo para estudiar la vida útil del Pan, que sea confiable y menos costoso para los empresarios del sector panificador.

Teniendo en cuenta lo anterior, se formula la siguiente pregunta:

¿Analizar qué tan viable es desarrollar una metodología sensorial para el estudio de vida útil del pan sin relleno como una herramienta para las pequeñas y microempresas del sector panificador?

2. Justificación

La vida útil de un alimento es el período de tiempo que transcurre desde su producción hasta su caducidad, es decir, el tiempo durante el cual se conservan intactas todas sus cualidades. El final de la vida de un alimento no sólo depende de que mantenga niveles mínimos de contaminación microbiológica sino también de que preserve sus cualidades físico-químicas (homogeneidad, estabilidad, estructura) y organolépticas (textura, sabor, aroma, color, olor) (9).

La responsabilidad de la determinación de la vida útil es de los productores los cuales deben tener la capacidad de probar y evaluar la vida útil de los productos, además, la evaluación de la vida útil es parte de todo programa de desarrollo de productos (10).

“La vida útil del alimento se determina típicamente durante su desarrollo, en donde el fabricante inicialmente determina las características que afectan su seguridad y/o calidad y les hace un seguimiento a estos parámetros a lo largo del tiempo” (8).

Para hacer una adecuada determinación de la vida útil, es necesario distinguir entre la fecha de caducidad y la fecha de consumo preferente, los cuales se describen a continuación:

La fecha de consumo preferente: Fecha a partir de la cual las propiedades físico-químicas y organolépticas del producto (sabor, color, olor o textura) empiezan a modificarse y pueden ser percibidas de forma negativa por el consumidor. Sin embargo, después de esta fecha, el alimento puede ser todavía enteramente satisfactorio. Se estima mediante estudios fisicoquímicos y/o organolépticos (8).

La fecha de caducidad: Es el momento a partir del cual un alimento ya no es apto para su consumo porque podría ser perjudicial para la salud. Generalmente se estima mediante estudios microbiológicos (8).

“El etiquetado de los alimentos constituye el principal medio de comunicación entre los productores y vendedores, por una parte, y por otra, sus compradores y consumidores” (10).

“La vida útil, vida de estante o durabilidad de los alimentos es parte de la información obligatoria que debe ofrecerse en las etiquetas” (10).

La Resolución 5109 de 2005 (11), establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano, referente a la declaración de la vida útil detalla lo siguiente:

Identificación del lote: Cada envase deberá llevar grabada o marcada la fecha de producción o de fabricación, fecha de vencimiento, fecha de duración mínima, fábrica productora y el lote (11).

Marcado de la fecha e instrucciones para la conservación: Cada envase deberá llevar grabada o marcada la fecha de vencimiento y/o la fecha de duración mínima. No se permite la declaración de la fecha de vencimiento y/o de duración mínima, mediante el uso de un adhesivo o sticker (11).

Las fechas de vencimiento y/o duración mínima se deben indicar en orden estricto y secuencial: Día, mes y año, y declararse así: el día escrito con números y no con letras, el mes con las tres primeras letras o en forma numérica y luego el año indicado con sus dos últimos dígitos; b) Las fechas de vencimiento y/o de duración mínima constarán por lo menos de: 1. El día y el mes para los productos que tengan un vencimiento no superior a

tres meses. 2. El mes y el año para productos que tengan un vencimiento de más de tres meses (11).

“Además de la fecha de vencimiento y/o de duración mínima, se indicará en el rótulo, cualquier condición especial que se requiera para la conservación del alimento, si de su cumplimiento depende la validez de la fecha” (11).

Instrucciones para el uso: La etiqueta deberá contener las instrucciones que sean necesarias sobre el modo de empleo, incluida la reconstitución, si es el caso, para asegurar una correcta utilización del alimento (11).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Plantear protocolo para hacer el seguimiento de la vida útil del pan sin relleno, almacenado en condiciones naturales en empaque de polipropileno mono orientado.

3.2. Objetivos específicos

- Definir las variables microbiológicas, fisicoquímicas, sensoriales para el estudio de vida útil del pan sin relleno.
- Aplicar el método perfil sensorial por aproximación multidimensional para generar los descriptores del pan sin relleno.
- Construir formato para la evaluación de la intensidad de los descriptores sensoriales del pan sin relleno.

4. Marco teórico

La vida útil de un alimento representa aquel período de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables. Entre las muchas variables que deben considerarse en la vida útil de un alimento están: la naturaleza del alimento, su composición, las materias primas usadas, el proceso a que fue sometido, el envase elegido para protegerlo, las condiciones de almacenamiento y distribución y la manipulación que tendrá en manos de los usuarios (12).

Los factores que afectan la percepción de calidad por parte del consumidor son tanto intrínsecos del producto, como extrínsecos. Los factores intrínsecos están relacionados con las propiedades microbiológicas y fisicoquímicas. Estas variables, por su propia naturaleza, controlan las características sensoriales del producto, que a su vez son las variables que determinan la aceptabilidad y la percepción de calidad que tiene el consumidor (12).

“La VU de la mayoría de los productos alimenticios está determinada por los cambios en sus características sensoriales, que incluso pueden ocurrir antes de que su seguridad se vea comprometida” (13).

“La estimación de la vida útil sensorial (VUS) de un alimento consiste básicamente en la evaluación de las características sensoriales de un grupo de muestras con diferentes tiempos de almacenamiento” (13).

“Generalmente implica medir el tiempo que transcurre hasta que la intensidad de determinada característica de un alimento es rechazada, momento correspondiente al deterioro máximo tolerable” (13).

“Este tiempo se limitará por un aumento en la intensidad de un defecto sensorial o una disminución en la intensidad de una característica deseable” (13).

“Los estudios con consumidores resultan ser la herramienta más apropiada para la estimación de la VUS” (13).

La vida útil se define como el tiempo durante el cual el producto alimenticio (4):

- Permanecerá seguro.
- Conservará sus características sensoriales, químicas, físicas y microbiológicas en niveles aceptables.
- Cumplirá con cualquier declaración de datos nutricionales en la etiqueta, cuando se almacena en las condiciones recomendadas.

Para Kilcast et al. (4) los parámetros más importantes que afectan la vida útil de los productos alimenticios son:

- Calidad de la materia prima
- Formulación
- Procesamiento
- Actividad del agua
- pH
- Oxígeno disponible
- Nutrientes
- Microflora natural
- Embalaje
- Conservantes
- Condiciones de almacenamiento
- Manipulación del consumidor

La industria ha utilizado diferentes metodologías, como colores asociados al empaque y/o sistemas de etiquetado, para señalar tanto la vida útil como la seguridad de los alimentos. A la fecha, no existe una metodología unificada y con alcance global para establecer y etiquetar la vida útil de todos los productos (14).

“El beneficio de establecer la vida útil, se obtiene cuando la experimentación incluye las características de comercialización, como parte de las variables experimentales” (14).

4.1. Vida de anaquel

“La vida en anaquel puede ser definida generalmente como el período de tiempo seguido a la cosecha, producción o manufactura, sobre el cual el alimento mantiene la calidad requerida” (15).

En la práctica existen cinco principales formas de determinar la vida en anaquel de un producto, siendo éstas, valores encontrados en la literatura, devolución en la distribución, prueba de distribución abusada, quejas de consumidores y prueba de vida en anaquel acelerada (15).

4.1.1. Desde el punto de vista de la industria alimentaria

“La vida útil está basado en la cantidad de pérdida de calidad que se permitirá antes del consumo del producto. Para los consumidores, el extremo de vida útil es el tiempo cuando el producto absolutamente ya no tiene un sabor aceptable” (15).

4.1.2. Desde el punto de vista sensorial

“La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales” (15). La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen adecuadamente a nuestros sentidos (15).

4.1.3. Desde el punto de vista de la producción de un nuevo producto

“El conocimiento de la vida útil es un aspecto muy importante. Esta vida debe al menos exceder el tiempo mínimo requerido de distribución del productor al consumidor” (15).

La determinación oportuna y objetiva de la "vida útil" de sus productos les permitirá a los empresarios evitar pérdidas por devolución, ampliar su mercado nacional y de exportación, la confianza del consumidor. También cuando se lance un nuevo producto al mercado, haya sustitución o cambio de especificaciones de alguna materia prima, se hace también necesario la determinación de la "vida útil" (15).

4.1.4. Diseño de ensayos de vida útil de alimentos

“Un estudio de vida útil consiste en realizar una serie de controles preestablecidos en el tiempo, de acuerdo con una frecuencia establecida, hasta alcanzar el deterioro elegido como limitante o hasta alcanzar los límites prefijados” (16).

Los puntos clave al diseñar un ensayo de vida útil (VU) son el tiempo durante el cual se va a realizar el estudio siguiendo una determinada frecuencia de muestreo y los controles que se van a llevar a cabo sobre el producto hasta que presente un deterioro importante. Generalmente se cuenta con poca información previa, por lo que se deben programar controles simultáneos de calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial (16).

4.2. Selección del diseño experimental

“Existen dos tipos de diseños aplicables a los estudios de VU: el diseño básico y el diseño escalonado” (16).

4.2.1. Diseño básico

Consiste en almacenar un lote de muestra en las condiciones seleccionadas e ir haciendo un muestreo en los tiempos prefijados. En cada muestreo se realizan todos los análisis correspondientes. La ventaja de emplear un diseño básico es que se trabaja con un único lote de producción (16).

4.2.2. Diseño escalonado

Consiste en almacenar diferentes lotes de producción en las condiciones seleccionadas a diferentes tiempos, de forma de obtener en un mismo día todas las muestras con los diferentes grados de deterioro y en ese día analizarlas. La ventaja de emplear el diseño escalonado es que todos los ensayos se realizan en un solo día (se reúne al panel de evaluadores y se reclutan los consumidores una sola vez) y además no se necesita almacenar un control (16).

4.3. El Análisis sensorial del pan

“La calidad sensorial del pan se percibe a partir de los sentidos de la vista, olfato, gusto, oído y tacto” (17). “Desde el punto de vista del consumidor, la calidad sensorial es uno de los factores más importantes para la aceptación de un producto” (17).

A lo largo de la cadena de producción del pan, desde el cultivo del trigo hasta el envasado, existen numerosos factores que van a tener una incidencia determinante sobre la calidad sensorial del pan, y las técnicas del análisis sensorial se convierten en herramientas cada vez más empleadas tanto en las industrias de panificación como en el ámbito de la investigación (17).

“En general, los atributos sensoriales del pan se suelen agrupar en cuatro niveles: apariencia, olor, textura y flavor” (17).

4.3.1. Atributos de apariencia

En este grupo se encuentran entre los atributos evaluados mediante la vista: el color de la miga, el color de la corteza, el número de alveolos, su forma y regularidad. En panes elaborados con harina de trigo, el color de la miga va del blanco crema al marrón claro en función de la tasa de extracción de la harina (17).

“Harinas con alta tasa de extracción (semi integrales o integrales) producen migas más oscuras pues, al introducir las partes periféricas del grano en las harinas, éstas se vuelven más oscuras” (17).

El tipo de harina empleado en la elaboración del pan también influye en el color de la miga, aunque existen determinados factores, como la oxidación de los pigmentos carotenoides que tiene lugar durante el amasado, que pueden incidir en un mayor blanqueo

de la miga en panes elaborados con harinas de trigo. Un amasado muy intenso produce tres veces más de algunos ácidos orgánicos volátiles que pueden percibirse como olores desagradables (17).

“El color de la corteza se desarrolla durante la etapa de cocción del pan y está asociado a las reacciones de Maillard y de caramelización, que producen compuestos que afectan al color y flavor del pan” (17).

Las enzimas α -amilasas presentes en la harina, hidrolizan el almidón en glucosa y maltosa, que serán asimiladas por las levaduras y actuarán también como sustratos en las reacciones de Maillard. Por ello, una escasa actividad α -amilásica de la harina puede dar lugar a cortezas insuficientemente coloreadas (17).

“El número de alveolos y la variación del tamaño de los mismos en la miga van a influir en las propiedades relacionadas con la textura del pan” (17).

4.3.2. Atributos de olor

El olor del pan es otro de los factores determinantes en la aceptación por el consumidor. Aunque han sido identificados un gran número de compuestos volátiles relacionados con el aroma del pan, sólo unos pocos tienen una incidencia determinante en su olor final (17).

Se originan por la actividad enzimática durante el amasado, por el metabolismo de las levaduras y las bacterias lácticas durante la fermentación de la masa panaria, las reacciones de oxidación de los lípidos y las reacciones térmicas durante la cocción, principalmente reacciones de Maillard y de caramelización (17).

“La fermentación de la masa origina componentes aromáticos fundamentalmente en la miga, mientras que el proceso de cocción influye fundamentalmente en el olor de la corteza” (17).

“El olor tostado del pan depende de la formación en la corteza de compuestos activos de flavor durante el proceso de cocción” (17).

4.3.3. Atributos de textura

En los panes leudados (con volumen) la textura es un factor determinante de la calidad sensorial del pan e influyen en gran medida en las decisiones de compra de los consumidores. La corta vida útil del pan y la pérdida de frescura de la miga está fundamentalmente asociada con la evolución de dos parámetros de textura: el incremento de firmeza y pérdida de elasticidad (17).

“La textura de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua añadida a la masa y con el posible empleo de harinas especiales en el proceso” (17).

La percepción de los atributos de textura por paneles de jueces entrenados se suele realizar en dos etapas diferenciadas: fase táctil, en la que se comprime la miga con el dedo y se evalúan atributos tales como la compacidad y la elasticidad, y una segunda fase en la que se introduce la miga de pan en la boca, y en la que se evalúan humedad, adhesividad y cohesividad (17). En la Tabla 1 se recogen las definiciones de cada uno de estos atributos.

Tabla 1. Principales atributos de textura del Pan

Atributo	Definición
Textura al tacto	
Compacidad	Resistencia a la presión ejercida sobre la miga con el dedo.
Elasticidad	Capacidad de recuperación de la forma original tras eliminar la presión ejercida con el dedo.
Textura en boca	
Humedad	Cantidad de humedad percibida en la superficie del producto cuando está en contacto con la cavidad oral.
Adhesividad	Fuerza requerida para quitar la muestra completamente del paladar con la lengua durante la ingesta.
Cohesividad	Capacidad de la miga de mantenerse unida tras la mordida (una miga que se disgregue mucho es poco cohesiva).

Fuente: Callejo-González MJ (17).

4.3.4. Atributos de flavor

“El término flavor cubre el conjunto de impresiones de un alimento percibidas por vía química por medio de los sentidos en la boca” (17). El flavor incluye, las percepciones olfatorias causadas por las sustancias volátiles percibidas en la cavidad nasal, como las percepciones causadas por las sustancias solubles percibidas en la boca como sabores básicos, como los factores sensoriales químicos (astringencia, picor, calor, frío) que estimulan las terminales nerviosas. El flavor es, por tanto, la percepción simultánea del sabor, el aroma y la respuesta del nervio trigeminal (17).

Atributos tales como dulce, ácido, salado, amargo, mantequilla son utilizados habitualmente en los perfiles descriptivos. Factores tales como el microorganismo empleado para la fermentación, el contenido en cenizas de la harina (relacionado con la tasa de extracción) o la temperatura de fermentación, influyen sobre el flavor del pan (17).

“La utilización de masas ácidas interviene de forma decisiva, ya que incrementa el contenido de compuestos fenólicos a la vez que aporta notas ácidas” (17).

4.4. Deterioro del pan

4.4.1. Deterioro químico

Los panes pueden verse afectados por el deterioro químico debido a que en su composición se encuentra algún tipo de grasa (aceites o margarinas) y estas grasas son susceptibles a enranciarse con mayor facilidad, lo cual se debe a la reacción del oxígeno atmosférico con determinados compuestos de los alimentos dando lugar a compuestos no deseados o incluso compuestos altamente tóxicos (18).

El pan, dado que tiene un mayor contenido en grasas, puede estar también sometido al deterioro químico o rancidez. La rancidez se caracteriza por la degradación lipídica lo que provoca mal olor y sabor, volviendo a los productos desagradables y disminuyendo así su vida útil. Sin embargo, no es un problema frecuente de deterioro del producto (18).

4.4.2. Deterioro microbiológico

Productos secos como el pan y las galletas no contienen suficiente humedad para permitir el crecimiento de las bacterias. El deterioro de estos productos es usualmente causado por mohos que son hongos que se encuentran tanto al aire libre como en lugares húmedos y de poca luminosidad. El moho es el principal factor limitante de la vida útil de aquellos productos que tienen una humedad alta o media y es, por tanto, la principal causa de pérdida económica en la industria productora de pan (18).

Debido a que en el proceso de horneado la masa panadera se somete a altas temperaturas (por encima de 180 °C), se provoca la destrucción de esporas y bacterias que pudiesen estar presentes, por lo que la presencia de microorganismos en el producto final se debe a la posterior manipulación, almacenamiento en una atmosfera húmeda, envoltura (sobre todo si el pan está caliente) y exposición del pan a aire cargado de esporas (18).

Los hongos (principalmente levaduras y mohos) son responsables de la formación de sabores desagradables y la producción de micotoxinas y compuestos alergénicos, que pueden formarse incluso antes de que el crecimiento sea visible. En el pan de trigo, dominan *Penicillium commune*, *P. solitum*, *P. corylophilum* y *Aspergillus flavus*. También las levaduras comúnmente conocidas como moldes de tiza son importantes estropeadores del pan. Los productos de panadería con alto contenido de humedad también pueden desarrollar una infección bacteriana, la más común de las cuales es la "ropidez" causada por *Bacillus subtilis*, una bacteria formadora de esporas. Este microorganismo suele estar presente en los ingredientes crudos (por ejemplo, harina, azúcar y levadura), sobrevive al proceso de horneado, germina al enfriarse y crece en condiciones de envasado tanto aeróbicas como anaeróbicas (4).

4.4.3. Deterioro físico

El envejecimiento del pan se refiere a los cambios que ocurren después del horneado y que son causados por reacciones fisicoquímicas (no por la acción de microorganismos) que provocan alteraciones en las características organolépticas (sabor, aroma y textura), tales como el ablandamiento de la corteza y endurecimiento de la miga. El ablandamiento de la corteza es consecuencia de la difusión de agua de la miga hacia la corteza, propiciada por un gradiente de concentración (la miga posee más agua que la corteza) y por la absorción de humedad de la atmósfera. El endurecimiento de la miga se atribuye a la coexistencia de varios fenómenos como la retrogradación de la amilosa, la recristalización de la amilopectina, la formación de enlaces entre el gluten y almidón (18).

El pan envejece más lentamente a temperatura ambiente (15-20°C) que a temperaturas de refrigeración. No debe refrigerarse, ya que en esta condición el proceso ocurre seis veces más rápido. Si se congela, debe hacerse rápido para evitar que permanezca a temperaturas próximas a 0 °C. Una buena práctica es mantenerlo en envases herméticos a temperatura ambiente (19).

4.5. Métodos de evaluación para vida útil en alimentos

4.5.1. Determinación directa

“Este tipo de estudio consiste en mantener al alimento en las condiciones previstas para su almacenamiento, principalmente la temperatura” (20).

Ventajas

- Permite determinar a distintos tiempos el atributo crítico de calidad hasta llegar al valor límite.
- Normalmente reproducen las peores condiciones en las que puede enfrentarse el alimento de manera real (20).

Desventajas

- Son muy largos en el tiempo.
- Se realizan en ausencia de patógenos y las condiciones del producto son fijas.
- Si existen cambios no es posible extrapolar los resultados (20).

4.5.2. Métodos acelerados

“Este tipo de estudios sobreexponen al alimento a determinadas condiciones, generalmente son mantenidos a temperaturas más altas de lo esperado, con el objetivo de predecir la vida comercial en un periodo corto de tiempo” (20).

Ventajas

- Muy útiles para productos de larga duración.
- Para verificar la efectividad de un proceso, validar cambios en la formulación de un producto o controles de calidad (pasa o no pasa) (20).

Desventajas

- Los resultados que se obtienen, tienen un cierto margen de error y en algunas ocasiones se pueden desarrollar deterioros en el alimento, que no se dan en condiciones de almacenamiento habituales (20).

4.5.3. Challenge tests

- “Con este método los microorganismos típicos del alimento o microorganismos patógenos son introducidos, durante el procesado, de forma experimental” (20).

Ventajas

- Ofrecen la ventaja de exponer al microorganismo a las condiciones que sufre el alimento (20).

Desventajas

- Son estudios complejos y laboriosos y sólo informan sobre el producto y el proceso en concreto donde han sido estudiados (20).

4.5.4. Microbiología predictiva

Este método consiste en el estudio de la evolución de microorganismos en un rango de factores que afectan a su crecimiento o inactivación, para predecir el comportamiento de los mismos en un sistema (20).

Ventajas

- Son versátiles frente a los estudios de challenge test y vida útil que estudian condiciones de producto fijas.
- Son muy útiles como parte de los estudios preliminares que forman parte del desarrollo de un nuevo producto (20).

Desventajas

- Su principal desventaja es que, siendo una predicción, requiere de un estudio de validación posterior con las condiciones definitivas de producto (20).

4.5.5. Estudios sensoriales

También se realizan estudios mediante paneles sensoriales para determinar la evolución sensorial de un producto, esto se puede realizar mediante paneles de consumidores a través de test de aceptación/consumo o a través de paneles entrenados con pruebas discriminativas o medida de escalas a través de pruebas descriptivas (20).

4.6. Pruebas descriptivas

El análisis se basa en la detección y la descripción de los aspectos sensoriales cualitativos y cuantitativos, por grupos de personas entrenadas y estandarizadas. Los panelistas deben dar valores cuantitativos proporcionales a la intensidad que perciban de cada uno de los atributos evaluados durante el análisis descriptivo. El objetivo de las pruebas es obtener especificaciones cuantitativas, a través de su descripción de aspectos importantes del producto que se está evaluando. En este tipo de pruebas la terminología debe ser específica, singular, concreta y tener concordancia con los estándares de referencia de acuerdo al producto que se está analizando (21).

El análisis sensorial descriptivo representa la metodología más sofisticada en comparación con los métodos de discriminación y de aceptabilidad. Los resultados comprenden una descripción completa de los productos y proveen la base para determinar las características sensoriales que son importantes para la aceptabilidad; asimismo, podrán relacionar variables de proceso (o de formulación) con cambios puntuales en las características sensoriales (22).

En la realización de pruebas de almacenamiento el análisis descriptivo provee la base para comparar productos y determinar si existen cambios durante el almacenamiento. Es útil en productos que requieren maduración, como quesos, embutidos y bebidas alcohólicas (22).

“Entre los diferentes métodos para realizar ensayos descriptivos se encuentran, por ejemplo, el Perfil de Sabor y Perfil de Textura, no obstante, el método más utilizado es el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA) “(22).

“Otra característica del método es que emplea descriptores obtenidos por consenso. Los descriptores se cuantifican utilizando escalas estructuradas o no estructuradas” (22).

Otro aspecto importante en la cuantificación es la repetición de los ensayos. Es muy arriesgado confiar en resultados descriptivos en los cuales no ha habido repeticiones. Dependiendo del grado de diferencia entre los productos y la habilidad de los jueces, se recomienda realizar entre dos y cuatro repeticiones (22).

“Para representar los resultados de análisis descriptivos se utilizan métodos gráficos; los más comunes son el histograma y el gráfico de telaraña” (22).

5. Metodología

Para la realización del trabajo, se contactó una pequeña empresa del sector panificador ubicada en el departamento de Antioquia, ciudad de Medellín; con el fin de seleccionar uno de los productos más comerciales y representativos de la línea de Pan que manejan en sus referencias, como es el Pan Hamburguesa x 70 g, producto distribuido a nivel nacional. La empresa proporcionó las muestras para los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales (preliminares).

Para el diseño del protocolo se tuvo en cuenta los criterios y métodos expuestos en Guía Técnica Colombiana GTC 289- Norma ASTM E2454:2011 (23) en cuanto al procedimiento para determinar la vida útil sensorial de los productos de consumo, como se detallan a continuación:

- ❖ Seleccionar los criterios para determinar el punto final.
- ❖ Identificar el método de prueba que se va a utilizar: Discriminativos, descriptivos o hedónicos.
- ❖ Determinar punto final.
- ❖ Seleccionar el control: Control estable, Control estadístico, Control fresco.
- ❖ Seleccionar el producto para la prueba.
- ❖ Determinar la cantidad de producto necesaria para realizar la prueba para cada punto de evaluación.
- ❖ Seleccionar condiciones de almacenamiento: Típicas, extremas, acelerado.
- ❖ Determinar el plan de muestreo y los puntos de evaluación:
- ❖ Punto de línea base o tiempo cero: Fecha de fabricación, fecha en que llega el producto a la estantería del minorista, fecha en que el producto comúnmente se compra y la fecha en que el producto alcanza el equilibrio.

- ❖ Criterio para determinar punto final: Datos históricos de productos actuales o similares, la vida útil declarada de productos de la competencia, requisitos de publicidad o de declaración de la etiqueta, requisitos de mercadeo o distribución o de ambos, efectos esperados del envase o los ingredientes, o la vida útil esperada con base en la estabilidad pronosticada de la formulación.

- ❖ Puntos adicionales de evaluación:

- Para productos en los que se predice cambios tempranos durante el período de vida útil, se hace énfasis en evaluaciones tempranas: 0%, 15%, 30%, 50% y 100% y algún porcentaje más allá del 100%.

- Para productos en los que se predice que cambiarán más tarde en el período de vida útil, se hace énfasis en evaluaciones posteriores: 0%, 50%, 65%, 80% y 100% y algún porcentaje más allá del 100%.

- Para un producto nuevo con poca historia sobre vida útil anterior, se recomiendan puntos de evaluación más frecuentes: 0%, 25%, 50%, 75%, 100% y uno o más puntos más allá de la vida útil esperada.

- ❖ Determinar las cantidades de producto: Según diseño experimental, teniendo en cuenta un 25 a 30% más de las muestras. “Se sugiere realizar ensayos exploratorios, revisar presupuesto, replicas, repeticiones” (24).

- ❖ Determinar el plan de evaluación:

- ❖ -Planes de puntos múltiples: Implican el seguimiento de un solo lote de producción a lo largo del tiempo, hay muestras de control analizadas al mismo tiempo.

- Planes de punto único: Se comparan productos con diferentes edades en una sola evaluación.

- Entrada por etapas de un solo lote de producción.

- Salida por etapas de un solo lote de producción.
- Entrada escalonada de lotes de producción múltiples (24).

5.1. Diseño experimental

- ✓ Diseño: Escalonado.
- ✓ Selección del producto: Pan hamburguesa x 70 g
- ✓ Unidad muestral: Paquete x 3 unidades (210 g)
- ✓ Empaque: Polipropileno mono orientado
- ✓ Vida útil estimada: 20 días
- ✓ Condiciones de almacenamiento: Típicas
- ✓ Línea base o tiempo cero: Fecha de fabricación del producto
- ✓ Método de prueba: Descriptivo
- ✓ Prueba: Perfil sensorial por aproximación multidimensional
- ✓ Número de jueces: 6
- ✓ Clasificación de jueces: Entrenados
- ✓ Réplica: 2
- ✓ Repeticiones: 2
- ✓ Intervalos de muestreo: 6 Tiempos (T0-0%, T1-25%, T2- 50%, T3-75%, T4-100%, T5-125%).
- ✓ Días de muestreo: 0, 5, 10, 15, 20, 25
- ✓ Control: Estadístico
- ✓ Parámetros a evaluar:
 - ❖ Fisicoquímicos: % humedad, pH
 - ❖ Microbiológicos: Coliformes totales, coliformes fecales, mohos y levaduras.
 - ❖ Sensoriales: Apariencia, color, olor, sabor, textura y calidad general.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo del proceso de elaboración del pan hamburguesa. Ver gráfico 1.

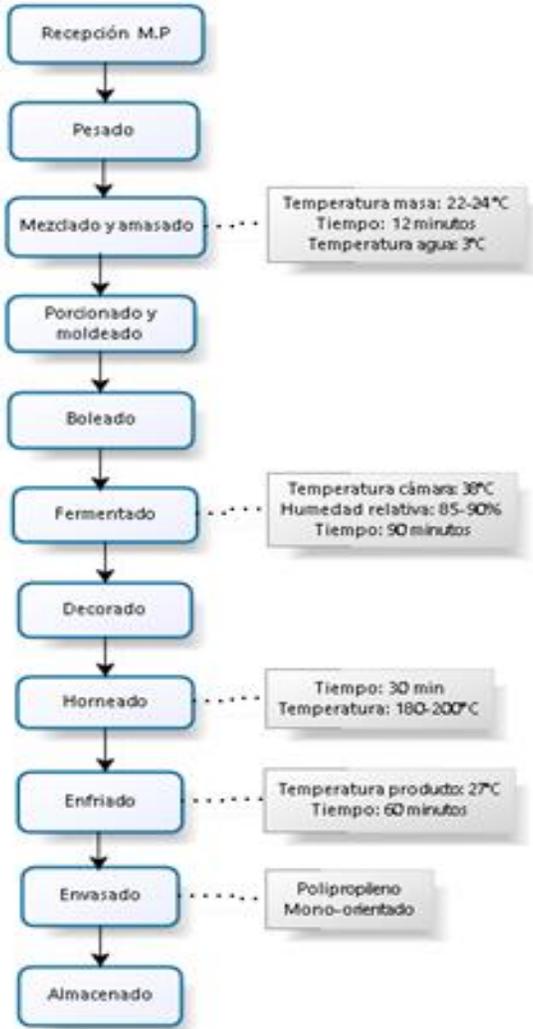


Gráfico 1. Diagrama de flujo del pan hamburguesa x 70 g.

Fuente: Elaboración propia.

La figura 1 muestra el pan hamburguesa x 70g (Paquete por 3 unidades).



Figura 1. Presentación comercial del pan hamburguesa

Fuente: David Martínez.

5.2. Desarrollo del protocolo

Para cada lote, se definieron unos tiempos de muestreo para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos a realizar por el laboratorio externo (solicitar al laboratorio dos lecturas de cada medición) y la prueba sensorial realizada por jueces entrenados. El cronograma establecido se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Cronograma de análisis de muestras

Pruebas	Día 0	Día 5	Día 10	Día 15	Día 20	Día 25
Coliformes totales	x					
Coliformes fecales	x					
Mohos y levaduras	x		x		x	x
pH	x		x		x	x
% humedad	x		x		x	x
Sensorial (perfil)	x	x	x	x	x	x
Lote	Lote 1	Lote 1	Lote 1	Lote 1	Lote 1	Lote 1
	Lote 2	Lote 2	Lote 2	Lote 2	Lote 2	Lote 2

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para el lote 1, en el día 25 solo se realiza prueba sensorial.

Para el lote 2, en el día 20 solo se realiza prueba sensorial.

5.3. Análisis microbiológicos y fisicoquímicos

Se enviaron muestras al laboratorio Teslab de pan hamburguesa x 70 g (paquete por 3 unidades) correspondientes a un mismo día de producción y un mismo lote (tiempo cero). Los métodos utilizados por el laboratorio se presentan a continuación en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Parámetros microbiológicos del pan. Norma INVIMA

Parámetro	Método
Recuento mohos y levaduras UFC/g	NTC 5698-1:2009
NMP Coliformes fecales NMP/g	INVIMA Ed 1998 trazable a AOAC Official Methods 966.24 edición 17
NMP Coliformes totales NMP/g	INVIMA Ed 1998 trazable a AOAC Official Methods 966.24 edición 17

Fuente: Laboratorio Teslab

Tabla 4. Parámetros fisicoquímicos del pan

Parámetro	Método
% Humedad	
pH	GTC 156:2007 - NTC de acuerdo a la matriz NTC 440

Fuente: Laboratorio Teslab

Para el pan no se cuenta con una norma específica, por tanto, se realizó una revisión bibliográfica para tener un valor de referencia para los parámetros fisicoquímicos, que se muestran a continuación:

El pH del pan se encuentra en el rango de 5.00 a 5.50 (25).

En cuanto al % humedad, la Norma Técnica Colombiana NTC 1363 (2), define unos requisitos específicos para el pan, para la referencia seleccionada aplica los del pan blando, que se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Requisitos del pan blando. NTC 1363:2005

Requisito	Mínimo	Máximo
Grasa (g/100 g de harina)	6,0	18
Humedad, en % m/m	20	40
Fibra cruda, en %	-	-
Proteínas en %	9	-

5.4. Aleatorización de paquetes

Se proyecta el estudio con dos lotes de producción de Pan Hamburguesa, en momentos diferentes, para mirar la variabilidad de los lotes de producción.

En el tiempo cero, se sacan las muestras de un mismo lote, para el caso del pan son del mismo día en que se realiza la producción.

Para cada lote se requieren 21 paquetes por 3 unidades (cada unidad de Pan de 70 g aprox.), empacados en film de polipropileno mono orientado transparente. El cálculo de los paquetes se realizó teniendo en cuenta los intervalos de muestreo y la cantidad de producto que se requiere para los análisis microbiológicos, fisicoquímicos, sensoriales (duplicado) y muestras por contingencia.

Se realiza la aleatorización de los paquetes de Pan Hamburguesa, para conocer el orden en el que se deben tomar las muestras en cada tiempo de muestreo (T0-T5). Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6. Aleatorización de paquetes lote 1

Fecha	Tiempo	Análisis	Código paquete
dd/mm/año	T0	mm-ff	6
	T0	ss	9
	T0	ss	5
	T0	cc	16
dd/mm/año	T1	ss	7
	T1	ss	11
	T1	cc	3
dd/mm/año	T2	mm-ff	19
	T2	ss	20
	T2	ss	10
	T2	cc	1
dd/mm/año	T3	ss	21
	T3	ss	12
	T3	cc	2
dd/mm/año	T4	mm-ff	15
	T4	ss	8
	T4	ss	13
	T4	cc	14
dd/mm/año	T5	ss	18
	T5	ss	17
	T5	cc	4

Fuente: Elaboración propia

Convenciones: **mm:** Microbiológico, **ff:** Físicoquímico, **ss:** Sensorial, **cc:** Contingencia.

Tabla 7. Aleatorización de paquetes lote 2

Fecha	Tiempo	Análisis	Código paquete
dd/mm/año	T0	mm-ff	21
	T0	ss	3
	T0	ss	4
	T0	cc	7
dd/mm/año	T1	ss	11
	T1	ss	9
	T1	cc	17
dd/mm/año	T2	mm-ff	1
	T2	ss	12
	T2	ss	18
	T2	cc	14
dd/mm/año	T3	ss	10
	T3	ss	5
	T3	cc	8
dd/mm/año	T4	ss	6
	T4	ss	16
	T4	cc	20
dd/mm/año	T5	mm-ff	2
	T5	ss	13
	T5	ss	15
	T5	cc	19

Fuente: Elaboración propia

Convenciones: **mm:** Microbiológico, **ff:** Físicoquímico, **ss:** Sensorial, **cc:** Contingencia.

5.5. Marcación de paquetes

Cada paquete debe ir rotulado con un sticker con los siguientes datos:

Fecha, hora, lote, número de paquete, análisis microbiológico, fisicoquímico, sensorial o contingencia (colocar una x).

5.6. Almacenamiento de paquetes

Los paquetes se deben almacenar a temperatura ambiente en canastillas plásticas ubicados en el punto más representativo de la bodega de producto terminado. Delimitar e identificar área específica para el estudio de vida útil, con el fin de que no se manipule o use el producto en estudio por otras personas.

Se debe ubicar un termohigrómetro en la bodega de almacenamiento de producto terminado para monitorear y registrar tres veces al día la temperatura y humedad relativa por el tiempo que dura el estudio, al final se saca el promedio de las variables para determinar las condiciones ambientales a las cuales se hizo el experimento. Se recomienda llevar registro fotográfico del estudio de VUS.

5.7. Método de Prueba Sensorial

La Norma Técnica Colombiana NTC 3932 (26), contempla la metodología para la identificación y selección de los descriptores para establecer un perfil por aproximación multidimensional para un producto, de acuerdo a las siguientes etapas:

- ✓ Selección de productos
- ✓ Generación de descriptores
- ✓ Discusión en grupo
- ✓ Selección preliminar de descriptores (elimina términos hedonísticos, cuantitativos, irrelevantes, entre otros)
- ✓ Primera reducción del número de descriptores
- ✓ Segunda reducción en el número de descriptores por análisis multidimensional y análisis de varianza
- ✓ Entrenamiento del panel en el uso de la lista reducida
- ✓ Establecimiento de perfiles

Para el método del perfil sensorial se requiere un mínimo de seis evaluadores. En el caso de disponer de menos de 6 jueces, se plantea realizar repeticiones para cumplir con el número de evaluaciones.

5.8. Cantidad de muestra

“La cantidad de muestra dada a cada juez está limitada por la cantidad disponible de material experimental. Las cantidades pueden modificarse según la cantidad de muestras que el juez tenga que probar” (27).

“Si el material del test es sólido bastará con una cucharadita de té por porción y si es líquido con unos 15-20 ml. Por ejemplo, en el caso de arvejas congeladas usamos 12 unidades, en las hamburguesas se confeccionaron hamburguesas individuales de alrededor de 10 g de peso, en hojuelas de papas se entregaron 2-3 unidades (28).

De cada unidad de Pan hamburguesa (70 g aprox.) salen 4 porciones, teniendo en cuenta que son 6 jueces, se necesitan 2 unidades de pan para cada medición. El tamaño de muestra para cada juez es de 15 g, de acuerdo a los reportes en la literatura, tipo de producto y repetición de la medición.

En la figura 2 se aprecia la cantidad de muestra para cada medición en la prueba sensorial.



Figura 2. Cantidad de muestra de pan hamburguesa

Fuente: David Martínez.

Las muestras se codifican aleatoriamente con un número de tres dígitos y para el caso del pan, se entrega a temperatura ambiente, tal cual como se consume el producto habitualmente.

5.9. Prueba sensorial por jueces entrenados

Las muestras de pan hamburguesa fueron analizadas por dos jueces entrenados del Grupo de investigación en ciencia sensorial de la universidad de Antioquia con un tiempo de entrenamiento entre 20 y 28 años, utilizando el “método de consenso donde cada juez comparte sus opiniones individuales para alcanzar un consenso sobre los diferentes atributos, su orden de aparición y su intensidad” (29).

Se evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, sabor, textura y calidad general.

La valoración de la intensidad de los atributos se realizó a través de una escala de 0 a 5, en donde 0 representa ausencia del atributo y 5 indica una intensidad alta del atributo, teniendo en cuenta que la escala va de 0.5 en 0.5.

En la Norma Técnica Colombiana NTC 3929 (30) para el método del perfil del sabor, la impresión total es clasificada en una escala de 3 puntos:

- 3 alto
- 2 medio
- 1 bajo

En el método de consenso, el panel acuerda sobre una impresión total (calidad general).

Para que haya consenso se requiere que haya acuerdo, no que se promedien los datos del grupo. El panel debe tener un amplio entrenamiento en la determinación de las propiedades y en la toma de decisiones con relación a los atributos e intensidades (29).

La tabla 8 muestra los descriptores definidos con la calificación de la intensidad de cada atributo, generados por método de consenso por los jueces entrenados del Grupo de investigación en ciencia sensorial de la Universidad de Antioquia.

Tabla 8. Perfil sensorial del pan hamburguesa

Descriptores	Intensidad
Apariencia	
Forma homogénea	4,5
Color homogéneo	4,0
Olor	
Dulce	1,5
Acido	0,5
Levadura	2,0
Sensación picante en nariz	1,5
Harina	3,0
Fresco	4,5
Horneado	3,5
Sabor	
Fresco	4,5
Dulce	2,0
Amargo	0,5
Acido	1,0
Levadura	2,0
Salado	2,0
Horneado	3,0
Harina	3,5
Graso	1,5
Sensación picante	1,0

Descriptorios	Intensidad
Textura	
Blando	4,0
Masticable	3,5
Cohesivo	3,0
Adhesivo	2,0
Gomoso	2,0
Esponjoso	2,5
Aireado	3,0
Seco	3,0
Calidad General	3,0
Defectos	
Rancio	0,0
Jabonoso	0,0
Envejecido	0,0
Quemado	0,0
Alcohólico	0,0
Conservante	0,0
Acido	0,0
Extraño	0,0
Amargo	0,0

Observación: Se apelmaza al hacer presión.

Con los datos de la tabla 8, se construye el formato para evaluar la intensidad de los descriptorios en el mismo orden en que aparecen los atributos, cada juez llena el formato, se hace consenso y se define en cuanto queda la calificación de cada descriptor, lo mismo se hace para la segunda medición de la muestra; al final sacar el perfil sensorial definitivo en cada tiempo de retirada. Ver anexo 1.

El líder del Panel es el encargado de dirigir la prueba, codificar las muestras, entregar el formato, dar las instrucciones, sacar los resultados por medio del consenso y realizar el análisis.

Los descriptores más destacados de las cualidades del pan dependen de los ingredientes y el proceso aplicado. En general, los atributos de sabor comunes para el pan es la intensidad de sabor a cereal en la miga y corteza, dulce, tostado, sabores frescos y en panes fermentados de masa madre, amargor. Los atributos de textura comunes de los panes son suavidad, humedad y elasticidad. Algunos ejemplos de descriptores sensoriales de diferentes tipos de pan se muestran en el anexo 2 (31).

5.10. Análisis estadístico de datos

Se pueden usar varios métodos estadísticos para analizar los resultados. El más común es el análisis de varianza (ANOVA), teniendo en cuenta la variabilidad entre productos y entre evaluadores. Sin embargo, se pueden considerar otras fuentes de variabilidad como las réplicas (29).

El objetivo principal del ANOVA es analizar si hay o no diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los grupos considerados evaluando su varianza; lo cual se realiza a partir de la comparación de la varianza entre grupos junto con la varianza al interior de cada grupo (32).

“La estadística multivariante ha encontrado una gran aplicación en todas las áreas de la ciencia sensorial cuantitativa” (33).

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica multivariante que simplifica y describe las interrelaciones entre múltiples variables dependientes (en los datos

sensoriales suelen ser los descriptores) y entre los objetos (en los datos sensoriales son generalmente los productos) (33).

“Cuando las variables estudiadas se correlacionan entre sí, se utiliza el ACP para reducir el número de las mismas y encontrar componentes que expliquen la variación entre los factores, con óptimas propiedades y sin perder su generalidad” (32).

6. Resultados

Resultados obtenidos de los análisis de laboratorio

Tabla 9. Resultados Análisis microbiológicos del pan hamburguesa

Parámetro	Resultado	Valor de referencia
Recuento mohos y levaduras UFC/g	100	200
NMP Coliformes fecales NMP/g	<3	<3
NMP Coliformes totales NMP/g	<3	7-12

Los parámetros microbiológicos evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a los valores de referencia según Norma INVIMA, de acuerdo al reporte del laboratorio Teslab.

Tabla 10. Resultados Análisis fisicoquímicos del pan hamburguesa

Parámetro	Resultado	Valor de referencia
%Humedad	32,60	***
pH	5,21	***

El resultado del pH para el pan hamburguesa, se encuentra dentro del rango de referencia consultado; al igual que el resultado del % humedad que se encuentra en el rango 20-40% para panes blandos según NTC 1363 (2).

Estas variables son importantes para el seguimiento de la vida útil del producto, ya que tienen incidencia en la parte microbiológica y sensorial.

Se realizó un costeo para cada tiempo de retirada/sacada (Lote 1: T0, T2, T4; Lote 2: T0, T2, T5), teniendo en cuenta la cotización realizada en el laboratorio Teslab para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos. Ver Tabla 11 y Tabla 12.

Tabla 11. Costeo de análisis microbiológicos y fisicoquímicos lote 1

Intervalos de muestreo	Valor neto total
T0	\$ 162.792
T2	\$ 96.866
T4	\$ 96.866
Total	\$ 356.524

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Costeo de análisis microbiológicos y fisicoquímicos lote 2

Intervalos de muestreo	Valor neto total
T0	\$ 162.792
T2	\$ 96.866
T5	\$ 96.866
Total	\$ 356.524

Fuente: Elaboración propia

Analizando el costeo de los análisis de laboratorio para cada lote y teniendo en cuenta que el protocolo lo implemente un panel sensorial de la organización, se puede decir que es

una alternativa viable para las pequeñas y microempresas en cuanto al tema de presupuesto, ya que los estudios de vida útil realizados en laboratorios externos superan los \$800.000 pesos.

Resultados obtenidos de la prueba sensorial

En el gráfico 2 muestra el perfil sensorial generado por jueces entrenados del Grupo de investigación en ciencia sensorial de la Universidad de Antioquia.

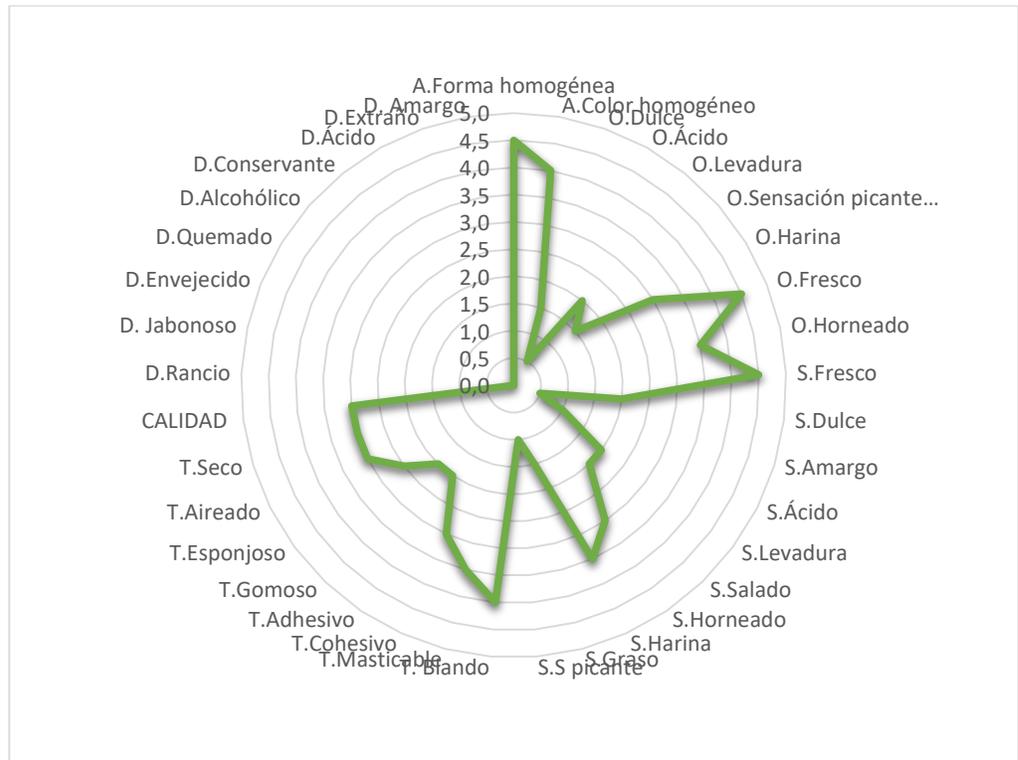


Gráfico 2. Representación gráfica del Perfil Sensorial por aproximación multidimensional del Pan Hamburguesa x 70 g.

Convenciones: A: Apariencia; O: Olor; S: Sabor; T: Textura; D: Defecto.

El perfil sensorial (control estadístico) marcado en el gráfico de radar es el estándar que memorizan los jueces para la prueba sensorial del producto en cada tiempo de retirada (tiempo 1, tiempo 2, tiempo 3, tiempo 4, tiempo 5). En cada intervalo de tiempo se debe sacar el perfil para compararlo con el control estadístico y realizar el análisis de la variación de los descriptores sensoriales.

En el perfil sensorial, los jueces percibieron una intensidad en la escala de 4,0 y 4,5 para los atributos de apariencia (forma homogénea, color homogéneo), olor fresco, sabor fresco, y textura blanda, los cuales son descriptores característicos del Pan; de acuerdo a investigaciones y datos de literatura tanto el sabor como la textura son atributos determinantes de la calidad sensorial para los consumidores.

Los jueces entrenados listaron 9 descriptores en el pan que son considerados como defectos, los cuales calificaron con cero en la muestra fresca (tiempo cero), por ausencia de los mismos, estos pueden empezar aparecer en función del tiempo, por eso se incluyen en el perfil sensorial.

7. Conclusiones

La prueba perfil sensorial por aproximación multidimensional permitió perfilar el producto pan hamburguesa x 70 g en el tiempo cero, de acuerdo a la valoración de los descriptores sensoriales elegidos por los jueces entrenados con la metodología de perfil por consenso.

Con el diseño experimental planteado, permite a las pequeñas y microempresas realizar estudios de vida útil en condiciones de almacenamiento típicas, monitoreando las condiciones de temperatura y humedad relativa del lugar en el que se encuentre almacenado el producto, siendo así condiciones más reales; teniendo en cuenta que las condiciones ambientales de las regiones del país tienen variaciones importantes que influyen en la vida útil del producto.

Para aplicar el protocolo de estudio de vida útil del pan sin relleno se deben analizar las variables microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales, la primera variable que falle va a ser el determinante para fijar la vida útil del producto.

La ventaja de contar con jueces entrenados para la prueba sensorial, es que tienen la capacidad de memorizar el estándar, conocen el vocabulario para definir los descriptores sensoriales, sensibilidad mayor para percibir la intensidad de los atributos del producto, identifican fácilmente los defectos sensoriales, comprenden el manejo de las escalas de puntuación de los atributos, conocen diferentes metodologías sensoriales y lo más importante generar resultados confiables.

Diferentes empresas de alimentos, han visto la importancia de conformar y entrenar paneles sensoriales dentro de su organización, con el fin de caracterizar sus productos, evaluar materias primas, productos en proceso, desarrollo e innovación de productos,

comparar sus productos con los de la competencia para introducir cambios, desarrollar estrategias de marketing, cumplir con los estándares de calidad y garantizar un estándar del producto al consumidor final. Es importante que las pequeñas y microempresas del sector panificador se encaminen en la implementación de paneles entrenados.

Es fundamental que los consumidores cumplan con las instrucciones de conservación que aparecen en la etiqueta del producto para que tenga validez la fecha de vencimiento que declara el fabricante, y se garantice la calidad nutricional, sensorial y sanitaria del producto.

8. Recomendaciones

En este trabajo, se realizó el protocolo teórico para el estudio de la vida útil sensorial del pan sin relleno, se plantea para una segunda fase retar el protocolo con la posibilidad de hacerle mejoras, teniendo en cuenta que es esencial contar con un panel entrenado para su ejecución.

Se recomienda utilizar la técnica estadística ACP (análisis de componentes principales), para conocer los descriptores que mayor variabilidad tienen en función del tiempo y los de mayor incidencia en la vida útil sensorial. Esta técnica se ha venido utilizado en varios sectores de la industria alimentaria con resultados estadísticamente confiables.

En la actualidad existen varias metodologías para el estudio de la vida útil sensorial que se pueden aplicar, como es la metodología de punto de corte, donde se correlaciona la evaluación realizada por los consumidores y evaluadores entrenados; con el fin de determinar el punto de corte donde el consumidor percibe el cambio en el producto en comparación con una muestra fresca.

Otra opción es aplicar el protocolo con cuatro puntos de evaluación que es lo mínimo que se recomienda para el estudio de vida útil sensorial, siendo una alternativa para optimizar el desarrollo del muestreo y teniendo en cuenta los recursos disponibles de la empresa para llevar a cabo el diseño experimental.

9. Referencias

1. Sectorial. Ficha Económica Industria Panificadora Junio 2020 [Internet]. Medellín Colombia: Sectorial; 2020 [Consultado 2020 Dic 01]. Disponible en: <https://www.sectorial.co/articulos-especiales/item/354662-ficha-econ%C3%B3mica-industria-panificadora-junio-2020-pese-al-buen-desempe%C3%B1o,-son-m%C3%BAtiples-los-retos-que-debe-afrontar-la-industria-en-el-mediano-plazo>.
2. ICONTEC. NTC 1363. Pan. Requisitos Generales. Bogotá: El Icontec; 2005.
3. Ortega R, López AM, Requejo AM, Carvajales PA. Propiedades nutricionales del pan y otros productos de bollería [Internet]. Colombia: infoalimentacion.com; s.f [Consultado 2020 Jun 15]. Disponible en: http://www.infoalimentacion.com/panaderia/propiedades_nutricionales_pan_y_productos_bolleria.html
4. Giannou V, Lebesi D, Tzia C. Packaging and Shelf-life Prediction of Bakery Products. Offices; 2014. En: Zhou W, Hui Y.H I., De Leyn I. Bakery Products Science and Technology. 2 ed. Chichester: Editorial Offices; 2014. p. 355-366.
5. Elía M. A procedure for sensory evaluation of bread: Protocol developed by a trained panel. Journal of Sensory Studies; 2011; 26: p. 269-277.
6. Chourrou V. Evaluación sensorial: Estudio de la vida útil de alimentos y bebidas [Internet]. Disponible en: <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/18043-evaluacion-sensorial-estudio-la-vida-util-alimentos-y-bebidas#:~:text=Esta%20metodolog%C3%ADa%20se%20utiliza%20para,datos%20>

obtenidos%20a%20temperaturas%20superiores.&text=El%20hecho%20de%20trabajar%20a,deterioro%20del%20alimento%20sean%20aceleradas.

7. Celis IA. Fundamentos y metodologías básicas de evaluación sensorial, en el entrenamiento de un panel sensorial (caso práctico:cerveza artesanal) [Tesis de maestría]. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias; 2019.
8. Cámara de Comercio de Bogotá. La importancia de realizar una adecuada determinación de la vida útil de los alimentos [Internet]. Colombia: Cámara de comercio de Bogotá; 2017 [Consultado 2020 Jun 15]. Disponible en: <https://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-agricola-y-agroindustrial/Noticias-2017/La-importancia-de-realizar-una-adecuada-determinacion-de-la-vida-util-de-los-alimentos>.
9. Sigma Biotech. La importancia de conocer la vida útil de los alimentos [Internet]. Sigma Biotech; 2018. Disponible en: <https://www.sigmabiotech.es/la-importancia-conocer-la-vida-util-los-alimentos/>.
10. Nuñez-de Villavicencio M, Hernández-Alvarez R, Rodríguez-Alvarez I, Rodríguez JL, Torres-López Y. Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. I. Procedimiento General. Ciencia y tecnología de alimentos. 2017; 27(1): p. 58-64.
11. Ministerio de la Protección Social. Resolución 5109 de diciembre 29 de 2005 por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado que deben cumplir los alimentos envasados y materias primas de alimentos para consumo humano. Bogotá; 2005.

12. Hough G, Wittig E. Introducción al análisis sensorial. En: Hough G, Fiszman S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid: Programa CYTED; 2005. p. 13-16.
13. Elizagoyen, Eliana Soledad. Factores que influyen sobre la vida útil sensorial de productos alimenticios: almacenamiento en el hogar, fecha de vencimiento, tipo de producto, perfil del consumidor y entorno de evaluación [Tesis Doctoral]. Irigoyen: Universidad Nacional de la Plata. Facultad de ciencias exactas; 2019.
14. Vidal RL, Rouzaud O. Estrategia para medir la cinética de deterioración en alimentos. En: Ramírez de León JA; Uresti RM; Aldana ML; Flavia MG. Avances en ciencia y tecnología alimentaria en México.: Uat; 2013. p. 183-201.
15. Raymundo Y, Talia S, Romaní R, Jimmy J. Efecto de la temperatura de almacenamiento, humedad y permeabilidad del envase en la estabilidad de los parámetros de calidad sensorial, fisicoquímica y microbiológica del pan de camote (*Ipomoea batata*) [Tesis de grado]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Ingeniería en industrias alimentarias; 2016.
16. Gámbaro A. Diseño de ensayos de vida útil de alimentos. En: Hough G, Fiszman S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Programa CYTED. 2005. p. 43-51.
17. Callejo-González MJ. Principales atributos sensoriales del pan. La importancia de la cata. Universidad Politécnica de Madrid. Esc. Téc. Sup de Ingenieros Agrónomos. Madrid-España. 2009.

18. Estofanero MS. Evaluación de vida útil del pan tipo hamburguesa elaborado con fibras alimentarias [Tesis de grado]. Juliaca: Universidad Peruana Unión. Facultad de ingeniería y arquitectura; 2016.
19. Ronayne P, Brites C; Ferrero C, Arocha M, León AE. Efecto de los tratamientos tecnológicos sobre la calidad nutricional y saludable de panes y productos de panadería. En: Lutz Mariane, León A.E. Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación: Universidad de Valparaíso; 2009. p. 120-145.
20. Ainia. ¿Estudios de vida útil y microbiología predictiva pueden ayudarte con las fechas de caducidad? [Internet]. 2015. Disponible en:
<https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/estudios-de-vida-util-y-microbiologia-predictiva-pueden-ayudarte-con-las-fechas-de-caducidad/>
21. Liria Domínguez MR. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos [Internet]. Lima: Instituto de Investigación Nutricional; 2007 [Consultado 2020 Abr 30].
Disponible en:
https://www.academia.edu/33248383/Gu%C3%ADa_para_la_Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_Alimentos.
22. Santa Cruz MJ, Martínez C, Varela P. Principios básicos de análisis sensorial. En: Hough G, Fiszman S. Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos. Madrid: Programa CYTED; 2005 p.18-41.
23. ICONTEC. GTC 289- ASTM E2454:2011. Métodos de evaluación sensorial para determinar la vida útil sensorial de los productos de consumo. Bogotá: El Icontec; 2018.

24. Martínez OL. III Simposio Iberoamericano de Ciencias alimentarias y culinarias-Día Mundial de la Alimentación. En: Vida útil: Seguridad para el consumidor y productor Universidad de Antioquia. Oct. 19, 21 y 23 de 2020; Medellín. Disponible en: <https://www.facebook.com/facultad.farmaceuticasyalimentarias>
25. Sanez LC. Tiempo de vida útil del pan elaborado con harina de trigo (*Triticum aestivum*), harina de quinua (*Chenopodium quinoa w.*) y harina de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) [Trabajo de grado]. Callao: Universidad Nacional del Callao. Facultad de ingeniería Química; 2019.
26. ICONTEC. NTC 3932. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Bogotá: El Icontec;1996.
27. Anzaldúa-Morales A. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia; 1994. p. 60.
28. Wittig de Penna E. Evaluación Sensorial una metodología actual para tecnología de alimentos; 2001. p. 39.
29. ICONTEC. GTC 232. Metodología. Guía General para el establecimiento de un perfil sensorial. Bogotá: El Icontec; 2020.
30. ICONTEC. NTC 3929. Metodología. Métodos del perfil del sabor. Bogotá: El Icontec; 2009.
31. Heinio R-L. Sensory Attributes of Bakery Products. En: Zhou W, Hui Y.H, De Leyn I, Pagani MA, Rosell CM, Selman JD, Therdthai N. Bakery Products Science and Technology. Chichester : Editorial Offices; 2014. p. 391-407.

32. Avendaño BL, Avendaño Gerardo, Cruz W, Cárdenas-Avendaño A. Guía de referencia para investigadores no expertos en el uso de estadística multivariada. *Revista Diversitas-Perspectivas en Psicología*. 2014; 10(1): p. 13-27.

33. Lawless HT, Hildegarde H. *Sensory Evaluation of food. Principles and Practices*. 2 ed, New York: Springer; 2010. p. 433-434.

Anexos

Anexo 1. Evaluación de la intensidad de los descriptores sensoriales

Perfil sensorial por aproximación multidimensional pan hamburguesa	
Fecha:	
Nombre del Juez:	
Código de la muestra:	
Instrucciones: Frente a usted se presenta una muestra codificada, por favor evalúe la intensidad de cada descriptor en escala de 0 a 5 teniendo en cuenta que va de 0.5 en 0.5, donde 0 es ausencia y 5 muy intenso. En Calidad General, califique (3) si considera su calidad alta, media (2) o baja (1).	
Descriptores sensoriales	
Apariencia	Intensidad
Forma homogénea	
Color homogéneo	
Olor	
Dulce	
Ácido	
Levadura	
Sensación picante en nariz	
Harina	
Fresco	
Horneado	
Sabor	
Fresco	
Dulce	
Amargo	
Ácido	
Levadura	
Salado	
Horneado	
Harina	
Graso	
Sensación picante	

Textura	Intensidad
Blando	
Masticable	
Cohesivo	
Adhesivo	
Gomoso	
Esponjoso	
Aireado	
Seco	
Calidad General	
Defectos	
Rancio	
Jabonoso	
Envejecido	
Quemado	
Alcohólico	
Conservante	
Ácido	
Extraño	
Amargo	

Observaciones:

Anexo 2. Ejemplos de atributos sensoriales del pan

Cereal product	Sensory attributes	Scale	Reference
Oat bread	Visual texture: Volume, pore size, uniformity of pore size Mouthfeel of crumb: Moistness, softness, density, crumbliness, springiness	10-point, verbally anchored intensity scale	Salmenkallio-Marttila and others 2004
Wheat bread	Appearance: Colour Aroma: Wheat, cereals, earthy Texture (by finger): Elasticity, compressibility, deformability Texture (mouthfeel): Juiciness Flavour: Wheat, cereals, earthy, astringent	100-point, continuous, unstructured intensity scale	Kihlberg and others 2005
Wholemeal wheat bread with ascorbic acid additions	Elasticity, colour, acidulous smell, acidulous taste, sweetness, dryness, aroma	100-point, verbally anchored intensity scale	Haglund and others 1998
Wheat sourdough bread	General terms: beer, burnt, butyric, caramelised, dairy impression, doughy flavour, eggy, fruity, leavening, musty (dusty, old leather), musty (earthy, damp), nutty, oily, olive oil, sweet aromatics, toasted, wheat, yeasty; Sour characteristics: sour aromatics, dairy sour, lemon, malic acid, vinegar; Fundamental taste: bitter, salty, sour, sweet; Mouthfeel: astringency, chalky mouthfeel, oily mouth coating, tongue numbing and toothetch	15-point intensity scale anchored with reference foods	Lotong and others 2000
Wheat sourdough bread	Texture: Softness, springiness, moistness of bread crumb Flavour: Degree of roasted flavour of bread crust, pungency, freshness, overall flavour intensity and aftertaste intensity of bread crumb	10-point, verbally anchored intensity scale	Katina and others 2006
Rye sourdough bread	Appearance: Darkness of crust, darkness of crumb, cracking of crust, floury crust, leavening, porosity Odour: Overall aroma, musty, burnt, rye-like, malty, sweetness, sourness	10-point, verbally anchored intensity scale; consumer panel regenerating	Hellemann and others 1987

Cereal product	Sensory attributes	Scale	Reference
Rye sourdough bread	<p>Appearance: Colour intensity</p> <p>Texture & mouthfeel: Softness, springiness, moistness, coarseness</p> <p>Flavour: Flavour intensity of crust, freshness, cereal flavour, bitterness, flavour intensity of crumb; aftertaste intensity</p> <p>Hayakawa and others 2010</p>	10-point, verbally anchored intensity scale	Heiniö and others 2003a
Wheat bread (freshness)	Vocabulary consisting of 28 descriptive attributes for appearance, odor, flavor, oral-texture and after-flavor of bread	Unstructured 100 mm line scale, labeled low (5 mm) and high (95 mm)	Heenan and others 2008
Bread	Common vocabulary consisting of 23 descriptive attributes for appearance, aroma, taste and texture of bread	5-point, verbally anchored intensity scale	Hayakawa and others 2010
Bread	Review: Several attributes for appearance, odor, texture and flavor of bread	Several scales	Callejo 2011
Bread	Common vocabulary consisting of 46 descriptive attributes for appearance, aroma, taste and flavor and texture of bread	10-point, linear, continuous, verbally anchored intensity scale	Elia 2011