

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

UTILIZACIÓN DE HARINA DE ZAPALLO (*Cucúrbita Maxima*) COMO EXTENSOR
EN UNA TORTA PARA HAMBURGUESA A BASE DE CARNE

POR:

JAROD ISSAC MEJIA ORDOÑEZ

TESIS



CATACACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2025

UTILIZACIÓN DE HARINA DE ZAPALLO (*Cucúrbita Máxima*) COMO EXTENSOR
EN UNA TORTA PARA HAMBURGUESA A BASE DE CARNE

POR:

JAROD ISSAC MEJIA ORDOÑEZ

DÉBORA KAROLINA MEJIA MÉNDEZ M.Sc

Asesor principal

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente Dios, por brindarme la sabiduría, el fortalecimiento y salud para poder enfrentar estos retos que se presentaron a lo largo de este arduo camino. Su guía fundamental en todas las etapas de este proyecto de investigación, permitiéndome avanzar con toda la confianza y gratitud.

A mi madre, Sayda Lizeth Ordoñez Gómez, a mi hermano Gustavo Adolfo Mejia Ordoñez y a mis abuelos, José Arnaldo Ordoñez y Reyna Alejandrina Gómez Ramos por su apoyo incondicional que siempre me han brindado por seguir adelante mi vida académica y siempre darme aliento para jamás rendirme en el camino.

Finalmente, a mis compañeros del cuarto, Anuar Alejandro López Peña, Eli García Varela, Carlos Miguel Inestroza Fiallos y Daniel Antonio Alvarenga Canales, por siempre estar de soporte desde los inicios de la carrera y ya casi al final para graduarnos, siempre han sido un apoyo incondicional en estos cuatro años.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primeramente a Dios en primer lugar, por brindarme la sabiduría, el fortalecimiento y salud para poder enfrentar estos retos que se presentaron a lo largo de este arduo camino. Su guía fundamental en todas las etapas de este proyecto de investigación, permitiéndome avanzar con toda la confianza y gratitud.

A mi madre, Sayda Lizeth Ordoñez Gómez, a mi hermano Gustavo Adolfo Mejia Ordoñez y a mis abuelos, José Arnaldo Ordoñez y Reyna Alejandrina Gómez Ramos por su apoyo incondicional que siempre me han brindado por seguir adelante mi vida académica y siempre darme aliento para jamás rendirme en el camino.

A mi mejor amiga, Isabella Michelle Figueroa Reyes por su gran apoyo emocional e incondicional en todo el proceso de mi trabajo de investigación. También, a mis asesores, M.Sc. Débora Mejia, M.Sc. Pablo Pérez y el M.Sc. Olvin Rosales por brindarme de su conocimiento en este arduo proceso, correcciones para mejorar en mí mismo y sabiduría para el entendimiento.

A mis encargados en la Universidad Nacional de Colombia, sede en palmira, el PhD Igor Hleap, PhD Miguel Pinchao y al ingeniero Marco Álvarez por tener la virtud de paciencia en explicarme y enseñarme paso por paso sobre mi tema de investigación, por quedarse hasta tarde esperando que terminara mis análisis y por ser de gran apoyo emocional para mí, y hacerme sentir como que si estuviera en casa.

INDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos:.....	2
III. REVISIÓN LITERARIA.....	3
3. Extensores en productos cárnicos	3
4. Química y funcionalidad de zapallo a partir; de su uso como ingrediente de alimentos....	4
5. Procesamiento de la harina de zapallo y su influencia en sus propiedades funcionales ..	10
6. Interacción proteína vegetal–proteína animal en matrices cárnicas reformuladas	13
6.2 Desarrollo de análogos cárnicos con proteínas vegetales.....	14
7. Efectos de la incorporación de fibras y polisacáridos sobre la red de proteínas miofibrilares	14
9. evaluación tecnológica y reológica de hamburguesas con extensores vegetales.....	17
IV. METODOLOGÍA.....	19
4.1 Lugar de ejecución.....	19
4.2 Materiales y equipos	19

4.3 Obtención de harina de zapallo.....	21
4.4 Parámetros de evaluación, Análisis físico químicos	22
4.5 Tratamientos propuestos:	26
4.6 Muestra y obtención de materias primas	27
4.7 Procedimiento general	27
4.8 Análisis sensorial	32
4.9 Análisis estadístico	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
VI. CONCLUSIÓN	44
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	47
ANEXOS.....	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Duración de conservación del producto en función de la temperatura de almacenamiento	12
Tabla 2 Materiales.....	20
Tabla 3 Equipos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Tratamientos.....	26
Tabla 5 Formulación base de las hamburguesas procesados	27
Tabla 6 Análisis físicoquímicos de la harina.....	33
Tabla 7 Análisis de compuestos bioactivos de la harina	34
Tabla 8 Análisis de color L*a*b en las tortas de hamburguesa.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9 Determinación de pH en tortas de hamburguesas	37
Tabla 10 Determinación de compuestos bioactivos en tortas de hamburguesa	38

INDICE DE GRAFICAS

Figura 1 Proceso tecnológico para la elaboración de las hamburguesas.	29
Figura 2 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando textura	39
Figura 3 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando color.....	40
Figura 4 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando sabor	41
Figura 5 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando aroma	42

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1	Proceso de la obtención de la harina	53
Anexos 2	Análisis físico químicos y bioactivos en la harina y en las tortas de hamburguesa.	54
Anexos 3	Formulación y elaboración de tortas de hamburguesas.....	55
Anexos 4	Realización de análisis sensoriales de las tortas de hamburguesas	56
Anexos 6	Prueba sensorial.....	57

Mejía Ordóñez, J.I. 2025. Utilización de harina de zapallo (*Cucúrbita Máxima*) como extensor en una torta para hamburguesa a base de carne. Tesis. Ing. En Tecnología Alimentaria, Catacamas, Olancho, Honduras, Universidad Nacional de Agricultura. Pag 66.

RESUMEN

El impulso de los alimentos funcionales está tratando de modificar productos cárnicos, añadiendo ingredientes vegetales para mejorar su nutrición sin dañar sus características organolépticas. La harina de zapallo (*Cucúrbita máxima*) sobresale debido a que posee carotenoides, compuestos fenólicos y fibra dietética, lo cual puede hacer que las hamburguesas sean más sanas y ecológicas. El objetivo fue crear y evaluar hamburguesas de res agregándoles harina de zapallo en distintas cantidades como reemplazo vegetal, evaluando las modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, funcionales y sensoriales. Se desarrollaron hamburguesas incorporando parte de harina de trigo por harina de zapallo, evaluando con porcentajes de: 0%, 5%, 10% y 15%. Se efectuaron análisis de pH, la acidez y el color, asimismo los compuestos bioactivo carotenoides, fenoles, capacidad antioxidante y análisis sensorial. Para el análisis estadístico, se usó ANOVA y la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se desarrollaron análisis sensoriales con 30 panelistas no entrenados. Los resultados obtenidos del pH anduvieron entre 6.0 y 6.8 lo cual no género alteraciones adversas en la estabilidad de la carne. El color mostró $L \approx 67$, $a \approx 14$ y $b \approx 51$, en términos específicos un tono amarillento y rojizo por los carotenoides, que llegaron a 73.7 mg/100 g. La capacidad antioxidante promedió 22.3 μmol equivalente. Al realizar el análisis sensorial tuvo aceptación positiva, con un promedio de 4.45 ± 1.65 en textura, 4.38 ± 1.43 en color, 4.48 ± 1.61 en sabor y en aroma 4.62 ± 1.47 , en una escala de 7, resaltando el T1 de harina por su equilibrio entre jugosidad, color y aceptación general.

Palabras claves: hamburguesa, zapallo, carotenoides, propiedades funcionales

I. INTRODUCCION

La reformulación de productos cárnicos mediante la incorporación de suplementos de origen vegetal se ha consolidado como una estrategia tecnológica para mejorar el perfil nutricional, optimizar el rendimiento y aprovechar subproductos agroindustriales. Revisiones recientes señalan que harinas, fibras y extractos vegetales pueden usarse como extensores o sustitutos parciales, influyendo en la estabilidad oxidativa y el contenido de compuestos bioactivos, siempre que los niveles se controlen adecuadamente. (Pintado y Delgado-Pando 2020) destacan que los extensores vegetales permiten reducir el contenido de carne sin comprometer de forma significativa las propiedades tecnológicas y sensoriales cuando se seleccionan matrices y proporciones que sean adecuadas

En el mismo contexto, el zapallo surge como una materia prima de interés por su disponibilidad que posee. Diversos estudios han demostrado que la pulpa y los subproductos del zapallo contienen carotenoides, compuestos fenólicos, fibra dietética y minerales, lo que los convierte en candidatos adecuados para su incorporación en matrices cárnicas como fuente de color y capacidad antioxidante. (Gavril (Rațu) et al. 2024)

En esta investigación, se trató de estudiar la incorporación de harina de zapallo como extensor vegetal en la elaboración de tortas de carne para hamburguesa, con el propósito de determinar su efecto sobre las propiedades físico químicas, funcionales, tecnológicas y sensoriales del producto final. La harina fue elaborada mediante escaldado, secado convectivo y molienda, obteniendo un ingrediente con un pH neutral, una humedad adecuada para su conservación y una concentración apreciable de carotenoides y fenoles.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Desarrollar y evaluar tortas de carne para hamburguesa con características funcionales mediante la vinculación de harina de zapallo *Cucúrbita máxima* como extensor vegetal; analizando las propiedades físico químicas, sensoriales y compuestos bioactivos.

2.2 Objetivos específicos:

- Formular tortas de carne utilizando distintas proporciones de harina de zapallo entre los porcentajes: 0%, 5% 10% y 15% como extensor vegetal.
- Evaluar como la adición de harina de zapallo afecta las propiedades fisicoquímicas de las tortas de carne, pH y rendimiento.
- Evaluar los compuestos bioactivos presentes en la harina de zapallo y en las tortas de hamburguesa.

III. REVISIÓN LITERARIA

3. Extensores en productos cárnicos

Los extensores cárnicos son ingredientes que se añaden a las preparaciones a base de carne con el objetivo de reemplazar una parte de ella. Suelen ser de origen vegetal o proteico y se usan principalmente para mejorar el rendimiento del producto y ayudar a reducir los costos de producción. Además, muchos de estos extensores no solo economizan el proceso, sino que también pueden ofrecer ventajas nutricionales y tecnológicas. Sin embargo, es importante mencionar que su uso puede afectar en cierta medida las características sensoriales del alimento, como su sabor o textura. (Pintado y Delgado-Pando 2020)

3.1 Efectos de los extensores en CRA y CRA en productos cárnicos.

La CRA es un indicador que “mide el grado en que el músculo tiene la capacidad de retener agua libre a través de fenómenos de capilaridad y fuerzas de tensión” y evalúa la aptitud del músculo. (Puerto 2024). Al mismo tiempo, la incorporación de harina en la pulpa se justifica principalmente por dos razones: por un lado, actúan como extensores, y, por otro lado, actúan como agentes de relleno. Además, las harinas utilizadas en productos cárnicos se utilizan principalmente como extensores o rellenos. Los extensores son productos proteicos cuya función es reemplazar parcial o totalmente la carne utilizada en la producción, o, por el contrario, en el consumo de productos a base de carne, asegurando el aporte de proteínas y otras funcionalidades. (Garcés s. f.)

3.2 Modificación del sistema proteico-miofibrilar por acción de extensores vegetales

Las proteínas miofibrilares son una parte excepcional del complemento de proteínas. Las características del sabor son puntos críticos en la determinación de la calidad del alimento. La propiedad más fundamental de las proteínas es conservar unidos a los compuestos relacionados con el sabor. (Qian et al. 2024)

3.3 Aplicaciones industriales de extensores en formulaciones cárnicas emulsionadas moldeadas

La inclusión de extensores en productos cárnicos contribuye activamente a la sostenibilidad. La cantidad de carne en los alimentos se reduce, por lo que tiene menos influencia negativa en el clima. Por lo tanto, es posible hacer productos alimenticios más saludables, con cambios mínimos para el consumidor (Pintado y Delgado-Pando 2020)

4. Química y funcionalidad de zapallo a partir; de su uso como ingrediente de alimentos

En términos de alimentación, *Cucúrbita spp.* Identifica que se considera un ingrediente tecnológico a un producto que se adquiere de la industria alimentaria; y produce suficiente valor al formar parte de la formulación de alimentos. En primer lugar, la composición química con 94g/100g es similar a los otros ingredientes; en términos de contenido de agua supera los procesadores secos. (Rossel Kipping et al. 2018)

Por otra parte, el zapallo es una fuente de carbohidratos, con un rango de 4 a 6 g/100 g, predominantemente concentrado en forma de azúcares simples y almidones, que pueden funcionar como agentes texturizantes y estabilizadores en los productos emulsionados. A su

vez, el zapallo contiene fibra dietética a través de la cual no solo mejora la salud digestiva, sino que también contribuye a la retención del agua y la mejora en la textura en los productos cárnicos. A pesar de que su contenido de proteínas es de 0.7 g/100 g y de grasas de 0.1g/100 g, ambos son bajos y por lo anterior, este rango es adecuado para productos cárnicos que abordan perfectamente al mercado de los consumidores que buscan productos bajos en calorías y lípidos. (Rossel Kipping et al. 2018)

Además, ha sido confirmado que los polisacáridos encontrados en zapallo reducen la glucosa en la sangre, y, por lo tanto, los alimentos funcionales para la diabetes mellitus tipo 2 podrían ser desarrollados basándose en esto. En adición, la harina de zapallo ha sido mostrada ser una alternativa aceptable en panadería, no solo beneficiando el contenido nutricional, sino también manteniendo los productos finales frescos y de color agradable y sabroso (Rivadeneira et al. 2019).

En relación a sus semillas, éstas son oleaginosas y contienen entre 35% y 50% de aceite, por lo que ofrece un perfil lipídico saludable. En particular, el aceite de semilla de zapallo es rico en ácidos grasos insaturados, tal es así de que mantiene una alta proporción de ácido linoleico, en acción con el ácido oleico y antioxidantes naturales tales como los tocoferoles, de allí que sea considerado un alimento funcional con acciones beneficiosas, en principio para el sistema cardiovascular .(Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento s. f.)

Finalmente, cabe destacar que el zapallo ha comenzado a ganar una posición como ingrediente tecnológico en la industria alimentaria moderna. The Food Tech indica que “la tecnología de uso del zapallo se ha generalizado en la producción de purés, sopas, productos horneados y preparaciones de aperitivos debido a las excelentes posibilidades de mejorar el color, la textura y la estabilidad al almacenamiento”. (TECH® 2024)

4.1 Perfil fitoquímico del zapallo

4.1.1 Carotenoides

Asimismo, en el zapallo con mayor concentración de carotenoides, y en particular en su pulpa, se encuentran los β -carotenos. Este carotenoide presenta la acción de pro-vitamina A y un efecto antioxidante frente al daño celular por oxidación. Bernal & Restrepo, a través de un estudio en *Cucurbita moschata* en Colombia, reportan altos contenidos de caroteno en este tipo de zapallo, no obstante, estos pueden depender de condiciones agroclimáticas y estadio de madurez del fruto.(Rodríguez-Restrepo et al. 2023)

4.1.2 Polifenoles

El grupo de los polifenoles constituye un grupo importante de compuestos fenólicos en la pulpa y la cáscara de la fruta de zapallo. Al respecto, el trabajo de Carranza Pincay realizado en la Universidad de Guayaquil, donde el perfil fitoquímico de la cáscara de zapallo *Cucurbita maxima* en la investigación muestra que contiene aproximadamente 661 mg GAE/1000 g de polifenoles totales y también posee una notable capacidad antioxidante—ci= 438,91 mg/ mL equivalentes de ácido gálico. (Carrera Tomalá y Torres Torres 2023)

4.1.3 Actividad antioxidante

El origen de antioxidantes reside en el muy buen SINERGISMO de carotenoides y polifenoles, quienes colaboran en la neutralización de radicales libres, y por ello, en la reducción del daño celular. En este orden, un estudio publicado en en la revista Dominguezia

evaluó la actividad antioxidante mediante el método DPPH en extractos de semillas de distintas variedades de *Cucurbita* spp. El resultado, hasta el momento, expresa que la variedad C. mixta Pangalo es la variedad de zapallo con la actividad antioxidante máxima, ya que su IC₅₀ es de $77,75 \pm 3,64$ mg/mL, y se correlaciona positivamente con el alto contenido de fenoles totales y flavonoides. $293,07 \pm 6,86$ μ mol de GAE/g de extracto y $96,63 \pm 1,14$ mg de quercetina/g de extracto respectivamente (Valenzuela et al. 2014)

4.2 Contenido de fibra dietética y su efecto funcional sobre la salud gastrointestinal

4.2.1 Contenido de fibra dietética en (*Cucúrbita máxima*)

En un estudio se evaluó la composición nutricional de diversas partes comestibles de *Cucurbita maxima*: la pulpa, la cáscara, las semillas, las hojas y las flores (2023). A partir del resultado, las semillas tenían el mayor contenido de fibra dietética a 24.69% en base seca, seguidas de las hojas a 20.76% y 20.09% en flores. La cáscara, el cuarto componente de la planta que inherentemente se utiliza con menores fines, contenía un 15.45% en base seca. Finalmente, la pulpa, que es una fuente mortal de alimento y planta plat, tenía el valor más bajo de 5.76% en base seca. En general, los hallazgos sugieren que cuanto menos se consume la parte de plantas, mayor es su contenido de fibra. (Jahan et al. 2023)

4.2.2 Efecto funcional de la fibra de *Cucúrbita maxima* sobre la salud gastrointestinal

La fibra dietética, *Cucúrbita maxima*, ha mostrado efectos saludables en la mucosa gastrointestinal al actuar como prebiótico y modular el microbiota intestinal. Un ensayo llevado a cabo en Sri Lanka por Lokuge et al. en 2018 determinó el perfil de carbohidratos prebiótico de diferentes variedades de zapallo y evaluó su impacto en un modelo animal. Los resultados evidencian que la fibra de zapallo contenía carbohidratos prebióticos sorbitol,

manitol, stachyosa, rafinosa, verbascosa, kestosa y nistosa. Después de la suplementación de polvo de zapallo, la población de bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, que se incrementó significativamente en el intestino de ratón. (Lokuge et al. 2018)

A su vez, en el Ecuador un estudio comparativo llevado a cabo por Contreras Campuzano y Estacio y Lindao en 2021 examinó el efecto gastroprotector de las diferentes especies de *Cucurbita* entre las que se encuentra la *Cucurbita maxima*. Los autores concluyeron que el consumo de estas especies permite regenerar la mucosa gástrica y protegerse de la acción de la bacteria *Helicobacter pylori* debido a la presencia de tales compuestos como los mucílagos y los carotenoides. (Contreras Campuzano y Estacio Lindao 2021)

4.3 Composición de macronutrientes y micronutrientes clave en variedades de *Cucurbita Maxima*.

4.3.1 Macronutrientes

Otro estudio de Islam et al. confirmó las variaciones en la composición nutritiva de las diferentes partes de la *Cucurbita maxima* y puede contribuir a la identificación de diversas fuentes nutritivas en su uso alimentario. Los resultados del estudio muestran que la semilla tenía un contenido más alto de proteína 24.69% en DS y lípidos. Por otro lado, las hojas y las flores proporcionan una fuente de fibra dietética significativa. La pulpa tiene un alto contenido de carbohidratos, que es una fuente crítica de energía. Hay una necesidad futura de investigar más en este tema, además de varias áreas que requieren más investigación. (Jahan et al. 2023)

4.3.2 Micronutrientes

En otro estudio de los micronutrientes, los investigadores Górnaś et al. llevaron a cabo un estudio comparativo en Polonia para determinar el contenido de minerales en los cultivares de varias especies de *Cucurbita maxima*. El informe mostraba que el cultivar ‘Indomatrone’ presentaba la concentración más alta de potasio y la más baja de sodio, así como la cantidad del magnesio, hierro y manganeso. Todos estos minerales son necesarios para varias funciones fisiológicas, como la regulación del equilibrio electrolítico, la actividad muscular y la síntesis de la hemoglobina. (Kostecka-Gugała et al. 2020)

4.3.3 Evidencia científica del uso del zapallo en alimentos con propiedades nutraceuticas

El zapallo o *Cucurbita maxima*, ha sido objeto de numerosos estudios científicos que resaltan su potencial como alimento nutraceutico, resultante de la rica composición de compuestos bioactivos y nutrientes esenciales que posee y contribuyen a la prevención y tratamiento de diversas enfermedades. (Gómez 2019)

4.3.4 Composición nutricional y antioxidante

Se realizo un estudio cuyo objetivo se fundamentan en la determinación de la composición nutricional y las actividades antioxidantes de las diferentes partes comestibles del zapallo, incluyendo su pulpa, cáscara y semillas, a lo cual han sido añadidas la hoja y las flores. Los autores de este estudio han logrado demostrar que las flores y las hojas del zapallo presentan un alto contenido de minerales, fenoles y flavonoides y de carotenos y una actividad antioxidante significativa. Asimismo, también existen una correlación significativa generada por estos compuestos fitoquímicos y su capacidad neutralizadora de radicales

libres, lo cual, a juicio de los autores, sugiere su factibilidad para elaboración de alimentos funcionales. (Jahan et al. 2023)

5. Procesamiento de la harina de zapallo y su influencia en sus propiedades funcionales

La harina de *Cucurbita maxima*, por otro lado, preserva los aspectos nutritivos del zapallo y aumenta su uso en productos alimenticios para el consumo humano y animal. Sin embargo, esta depende en gran medida del método de secado y pretratamientos, ya que influyen en sus propiedades funcionales. Por ejemplo, Mohammed et al. I 2022 estudiaron varias orientaciones del pretratamiento, incluidos el escaldado y las soluciones salinas, y la zona de secado solar en la composición proximal y su funcionalidad. En consecuencia, utilizar una solución salina al 2% y secarlo en zonas de temperatura moderadas mantiene más los componentes bioactivos, como la cantidad de carotenoides y polifenoles, y puede mejorar la calidad de los ingresos, como ingredientes funcionales. (Mohammed et al. 2022)

Por otro lado, la harina de calabaza ha demostrado ser una excelente fuente de fibra, carotenoides y antioxidantes. Según Mendoza Rivadeneira et al., “la harina integral de calabaza se caracterizó con éxito para su uso como ingrediente en una alternativa alimentaria para aves de corral. El análisis mostró altos niveles de fibra, minerales y colores naturales, como β -caroteno, pigmentos que también cumplen la función de alimentos funcionales para uso humano”. (Rivadeneira et al. 2019)

Al incorporarlas en los panificados contribuye a mejorar el perfil nutricional del producto final y no cambiar sus características sensoriales. De acuerdo a Staichok: la harina de cáscara de zapallo no modificó la textura de pan con diferentes proporciones de harina sin afectar la aceptabilidad. Así, el contenido de fibra dietética aumenta, de esta forma también su aspecto funcional como alimento saludable. (Staichok et al. 2016)

Algunos estudios más recientes demostraron que su presencia mejora la capacidad antioxidante de los productos al alimento. Por ejemplo, su adición a diferentes recetas de pan aporta a la actividad antioxidante y mejora la rehidratación, lo que da lugar a una textura más agradable y una prolongación en la vida útil. (Alija et al. 2025)

5.1 Impacto del método de secado en la conservación de compuestos bioactivos

Durante el proceso de secado, el método elegido adquiere un papel crucial en la estabilidad de los compuestos bioactivos presentes en frutas y hortalizas. Esto ocurre porque la preservación o el deterioro de estos metabolitos depende directamente de las condiciones de operación, en particular de la temperatura empleada y del tiempo de exposición al calor. A partir de estas variables, los compuestos fenólicos y flavonoides valorados por su elevada capacidad antioxidante pueden sufrir degradación cuando las condiciones son demasiado agresivas. No obstante, bajo ciertos escenarios también es posible observar un incremento en su concentración, ya que el secado puede provocar modificaciones estructurales que favorecen su liberación o mejoran su disponibilidad. (Vidinamo et al. 2021)

5.2.2 Influencia de las temperaturas de secado en los compuestos bioactivos

En otro estudio, se proporcionó una evaluación en función de las temperaturas de secado, por ejemplo, 55 °C, 60 °C, 65 °C y 70 °C con base en rodajas frescas y pretratadas térmicamente de la calabaza Cucúrbita maxima. Los hallazgos revelaron que se ajustó a las cinéticas de secado y se observó que la energía de activación registrada fue de 29.47 kJ/mol; 16.06 kJ/mol para las rodajas frescas y pretratadas, respectivamente. Aparentemente, esto implica que el pretratamiento térmico apoyó la eliminación de la energía requerida para el

proceso de secado, felicitar que la composición bioactiva pudiera preservarse de manera efectiva.(Márquez-Cardozo et al. 2021)

5.3 Estabilidad oxidativa y vida útil de la harina como ingrediente almacenado

5.3.1 Vida útil en productos extruidos con harina de zapallo

La sustitución parcial de la harina de trigo por harina de zapallo, según lo reportado por Erika Sánchez, s,f , durante la fabricación de extruidos alimentarios, mostró los siguientes resultados:

Tabla 1 Duración de conservación del producto en función de la temperatura de almacenamiento

Temperatura	Meses	Días
25 °C	11	9
30 °C	9	12
35 °C	5	2

Lo anterior indica que condiciones de temperatura más bajas favorecen una mayor duración del producto, a diferencia de lo que sucede a altas temperaturas que aceleran los procesos de degradación, como la oxidación y el incremento de humedad, entre otros. (Erika Sánchez-Malusin s. f.)

Un estudio sobre el efecto del almacenamiento en las propiedades fisicoquímicas de la auyama mínimamente procesada concluyó que el uso de material de empaque adecuado como bolsas de polipropileno y poliestileno y factores como la temperatura ayudan a prolongar la vida útil del producto; las condiciones de almacenamiento también tienen un

impacto directo en la tasa de descomposición y conservación de los compuestos bioactivos en la harina. (Gómez 2019)

De igual importancia, otro estudio mostró cómo el secado afectaba a algunas propiedades fisicoquímicas de la harina de semilla de auyama. En efecto, se estableció que las condiciones de secado, como la temperatura y la velocidad del aire, deciden la forma de las propiedades de la harina, incluido el contenido de humedad, la actividad del color y del agua. Dichos factores son elementos cruciales en la estabilidad oxidativa, y, por ende, la protección y la vida de anaquel oxigenante. (Contreras 2019)

5.3.2 Consideraciones sobre la estabilidad oxidativa

A pesar de no contar con análisis específicos sobre la estabilidad de la harina de zapallo en función de la oxidación, algunos antecedentes sobre la semilla de *Cucurbita maxima* son relevantes. Por ejemplo, se ha establecido que el método de extracción del aceite influye en su estabilidad, y en este caso, la extracción enzimática acuosa ha demostrado ser la más estable dado que conserva los tocoferoles que actúan de forma antioxidante en el aceite. Esto podría abordarse considerando la conservación de sus antioxidantes durante el procesamiento, lo cual corrobora la hipótesis. (Zhang et al. 2024)

6. Interacción proteína vegetal–proteína animal en matrices cárnicas reformuladas

Un estudio sobre las propiedades funcionales de las mezclas de proteínas cárnicas y vegetales mostró que una dosis de 50% de concentrado de proteína de suero y 50 % de proteína de soja es favorable en términos de rendimiento de fuerza del gel (FG) y la capacidad de retención de agua (CRA). Estas propiedades son esenciales para mantener la textura y la jugosidad en los productos cárnicos reformulados. (Cáñez-Carrasco et al. 2016)

6.2 Desarrollo de análogos cárnicos con proteínas vegetales

Recientes investigaciones han delimitado el uso de proteínas vegetales para la elaboración de análogos cárnicos que simulan la textura y sabor de carne comestible. La mejora de la funcionalidad de proteínas vegetales mediante la modificación de sus estructuras a través de procesos de procesamiento como la extrusión y calentamiento, por lo tanto, pueden conducir a una mayor similitud con la carne comestible en términos de características y sensibilidad. (Yu et al. 2023)

7. Efectos de la incorporación de fibras y polisacáridos sobre la red de proteínas miofibrilares

El impacto de las fibras dietéticas y los polisacáridos incorporados en productos cárnicos reformulados tiene un efecto significativo en las propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares, incluida la textura, la capacidad de retención de agua y la formación de geles. (Cardentey y Pallarés s. f.)

7.1 Aplicación de fibras dietéticas en productos cárnicos

La inclusión de fibras dietéticas en productos cárnicos no solo mejora las propiedades funcionales, sino que también mejora la textura, y promueve la reducción de grasa. Por otro lado, las pectinas son fibras dietéticas reguladas en grasa y alto contenido de compuestos basados en azufre en combinación con HWP, HIWYS y proteínas de los procesamientos de MH improve cárnica textura por la mejora de su gelificar capacidad.(Cardentey y Pallarés s. f.)

7.2 Evaluación de la formación de geles mixtos y su resistencia mecánica

Las emulsiones alimentarias, son sistemas termo-dinámicamente inestables, que tienen que ser estabilizados con tensión en tales agentes emulsificantes. Al mismo tiempo, es posible influir en la estructura de emulsiones y su estabilidad termo-mecánica por diferentes factores, por ejemplo, adición de biopolímeros, tratamientos físicos y alteraciones en la condición de procesamiento. (Pineda s. f.)

7.2.2 Impacto del procesamiento térmico y métodos de emulsificación en la estabilidad de emulsiones de oleorresinas

El impacto de los efectos de los tratamientos térmicos y los métodos de emulsificación en la estabilidad de las emulsiones de integridad de la oleorresina de la mezcla de especias. Los principales estudios realizados en el trabajo demostraron la posibilidad de ciertos tratamientos térmicos de cambiar los perfiles de sabor y pungencia y la estabilidad de la emulsión. Por lo tanto, la selección de un método de emulsificación y condiciones térmicas es crítica para preservar la calidad sensorial y la estabilidad del producto final. (Madhusankha et al. 2024)

7.3 Sinergias y antagonismos funcionales entre proteínas animales y vegetales

Una variedad en la combinación de proteínas animales y vegetales también por ofrecer sinergias nutricionales, así, ‘puede contribuir a ‘mejorar el perfil de aminoácidos esenciales y la biodisponibilidad de nutrientes, y a ofrecer características funcionales interesantes para la textura y estabilidad de alimentos. (Day et al. 2021)

8. potencial funcional y nutracéutico de productos cárnicos enriquecidos con zapallo

Una revisión integral destacó que las diferentes partes de la calabaza, como la cáscara, la pulpa y las semillas, contienen compuestos funcionales y nutracéuticos, es decir, carotenoides, polifenoles y fibra dietética. Dichos componentes proporcionan múltiples beneficios para la salud, como propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que justifica su inclusión en productos cárnicos como los artículos fuentes de funciones. (Kaur et al. 2019)

8.1 Efectos fisiológicos de los carotenoides y antioxidantes del zapallo en la salud humana

El zapallo es rico en carotenoides, incluido el β -caroteno, y licopeno y la luteína, que actúan como antioxidantes naturales y neutralizan las especies reactivas de oxígeno, protegiendo las células de las lesiones oxidativas. El efecto antioxidante, a su vez, impide que la gente contraiga enfermedades crónicas, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y la degeneración macular asociada a la edad. (González Peña et al. 2018)

8.3 Relación entre alimentos funcionales cárnicos y reducción del riesgo de enfermedades crónicas

El desarrollo de productos cárnicos con fibra dietética, ácido fólico, vitamina E, selenio y ácido linoleico conjugado podría disminuir el riesgo de enfermedades crónicas, como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y trastornos metabólicos. La relación entre estos componentes y la patogénesis habitualmente incluye la corrección del perfil lipídico, la

protección contra el estrés oxidativo o la acción antiinflamatoria.(Olmedilla-Alonso y Jiménez-Colmenero 2014)

9. evaluación tecnológica y reológica de hamburguesas con extensores vegetales

9.1 Estandarización y Evaluación de Formulaciones con Harina de Leguminosas

Recientemente se enfocaron en la formación de una formulación a base de harina de leguminosas para productos cárnicos, así como en su estandarización y evaluación. Se han llevado a cabo estudios de factibilidad tecnológica, en particular la determinación de la capacidad de retención de humedad, la textura, se ha llevado a cabo una evaluación del perfil sensorial. Tal estudio reveló la posibilidad de mejorar las propiedades funcionales de los productos cárnicos utilizando harinas de semillas vegetales.(de Toledo y de Santander s. f.)

9.2 Propiedades reológicas de mezclas cárnicas con adición de harinas

Un estudio revisado por pares de investigadores de la Universidad Técnica de Ambato revisó la revisión bibliográfica de la inclusión de harinas no convencionales mezclas de legumbres, tubérculos, frutas, semillas, avena, entre otros en productos cárnicos y su efecto en el producto final. Las harinas no convencionales en los productos cárnicos, según señalaron los autores de la revisión, mejoran las propiedades funcionales y físicas como la capacidad de retención de agua y la textura, mientras que también influye en el color y el pH del producto final. (Guevara Núñez 2021)

9.3 Cambios en la estructura de la emulsión cárnica por harinas vegetales

9.3.1 Efectos de la Fibra de Zapallo (*Cucúrbita maxima*) en las Propiedades Fisicoquímicas y Sensoriales de Salchichas de Pollo

El estudio investigó el efecto de la adición de un 2% de fibra de zapallo salchicha de pollo. Se observó un aumento significativo en la humedad, la dureza, la cohesividad, la gomosidad y la viscosidad aparente de la salchicha de fibra de zapallo. Aunque mejoró la reducción en el nivel por cocción y una excelente estabilidad de la emulsión, lo que resulta en un producto final con propiedades sensoriales similares al de la salchicha de mayor contenido graso. (Kim et al. 2016)

IV. METODOLOGÍA

4.1 Lugar de ejecución

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, ubicada en el Valle del Cauca, Colombia. Las actividades experimentales se realizaron en los laboratorios de Tecnología de Carnes y Tecnología de Frutas y Hortalizas, Facultad de Ingeniería y Administración, los cuales cuentan con el equipamiento necesario para la ejecución de cada una de las fases del estudio

4.2 Materiales y equipos

Material	Uso previsto
Cuchillos	Corte y preparación de la materia prima
Hipoclorito	Desinfección del zapallo
Vasos de cartón	Pesado de ingredientes
Marcadores	Rotulación de cada preparación
Bandejas de icopor	Pesado para materia prima
Tablas de carnicero	Preparación de cortes uniformes para la carne
Flexipel	Recubrimiento de formulaciones hechas

Tabla 2 Materiales

Tabla 3 Equipos

Equipo	Uso previsto
Balanza analítica	Pesado de muestras
Cutter Excalibur	Cortador de vegetales
Cámara de baño maría polyscience	Inactivar enzimas
Secador de convección forzada memmert UN100	Deshidratado del zapallo
Balanza de humedad sartorius	Determinación del porcentaje de humedad del zapallo
Molino Insely	Molido del zapallo deshidratado
Tamiz	Estandarización de tamaño de partículas
Agitador magnético Hanna HI 190M	Homogenizar soluciones
Colorímetro Konica Minolta Meter CR-100	Medición de parámetros de color
PH metro inoLab pH 7110	Medición de pH
Vortex V-1 plus	Homogenizar muestras para mediciones
Espectrofotómetro BIOBASE	Cuantificación de compuestos bioactivos de la harina
Ultrasonido BRANSON 1510	Extracción asistida
Tubos cónicos Falcon	Preparación de análisis
Molino Mobba	Molienda de carne de res

4.3 Obtención de harina de zapallo

Para la obtención de la harina de zapallo se usó como base el trabajo realizado por (López Nathalia 2024). Para la obtención de la materia prima se recurrió a uno de los supermercados de la zona en el municipio de Palmira, Valle del Cauca, se compró 19kg de zapallo. Después de obtener la fruta se realizó la adecuación de esta, desinfectando el zapallo con una solución de hipoclorito de sodio a 130ppm sumergiéndolas durante un tiempo de 20 minutos.

Después se retiró el epicarpio de la fruta y utilizar el mesocarpio del zapallo para luego ser cortado en cuatro secciones uniformes para posteriormente extraer las semillas y trabajar con el mesocarpio del zapallo. El mesocarpio se acondiciono con un equipo “cutter”, con el cual se obtuvieron para lograr obtener laminas del mesocarpio. Posteriormente, se aplicó a un tratamiento térmico mediante escaldado a 85 °C durante 2 min, con el objetivo de reducir la carga microorganismos patógenos y también con el fin de inactivar enzimas. A continuación, las láminas se sometieron a un choque térmico en agua fría a 4 °C con una solución de metabisulfito de sodio a 160 ppm durante 20 min, con el fin de prevenir la oxidación y crecimiento microbiano. Finalmente, se retiró el exceso de agua para facilitar el proceso de secado.

Se colocaron en bolsas con sello hermético, de manera ordenada, para así tener una distribución más eficaz al colocarlas una al lado de la otra, evitando superposiciones y para repartir cada bolsa en un peso aproximado de 100g, luego, las bolsas pasaran por un proceso de congelación para conservarlas para posteriormente pasar por el proceso de secado. Posteriormente, se retira la muestra especifica a utilizar de los equipos de congelación y se colocan en las bandejas del horno, se colocan en la bandeja de manera una al lado de la otra para evitar superposiciones de cada una de las rebanadas.

El proceso de secado se realizó en un horno de convección natural (modelo memmert UN110) de la universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, en el laboratorio de frutas y hortalizas, este proceso se hizo en proporciones de 300g por bandeja, se utilizaron 2 bandejas, una en la parte superior y la otra en la parte inferior del horno, dejando un espacio significativo para facilitar la transferencia de masa y calor, durante 8h a 60°C.

El mesocarpio presento una humedad inicial de 95.20%. luego de obtener una humedad en la materia prima de menor de 12% esta se sometió al proceso de molido usando un molino (modelo Insely Molino de grano) y con la ayuda de un tamiz se retiraron las partículas de tamaño que no eran deseados, se almaceno en bolsas con sello hermético con una capa de papel aluminio para evitar la degradación de sus compuestos durante el tiempo de almacenamiento debido a la luz externa.

El rendimiento de la harina de zapallo con respecto al mesocarpio del zapallo se calculó usando la siguiente formula:

$$Rendimiento = \frac{\text{Peso final de la harina de zapallo}}{\text{Peso del mesocarpio}} \times 100$$

4.4 Parámetros de evaluación, Análisis físico químicos

4.4.1 Determinación de PH

El protocolo para determinar pH se dio inicio con analizar la harina. Se midió un peso de 1g en una balanza analítica, usando tubos falcón de 50ml. Luego, se añadió 19 ml de agua

destilada al tubo falcón, seguido, el tubo falcón con la muestra dentro, se coloca en un vórtex (modelo V-1 plus) durante 1 min para mejor homogenización y para tener una solución uniforme. Para medir pH, se usó un medidor de pH (modelo inoLab pH 7110). Para el protocolo de los tratamientos de las tortas se inició tomando 1g de la muestra en tubos falcón de 25ml. Luego, se añadió 9ml de agua destilada al tubo falcón con la muestra adentro, después se colocó en el vortex durante 1 min.

4.4.2 Determinación de acidez

Para determinar acidez se usó la metodología de (Emmanuel Rivas Robles, Manuel Vargas Ortiz y Gilber Vela Gutiérrez 2020). Como primer paso, se pesó una muestra de 1g para luego adicionar 39ml de agua destilada. La mezcla se agito en un agitador magnético. Posteriormente, se añadieron 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador y la solución se valoró utilizando una solución de NaOH 0.1. Ya que la harina tiene un color anaranjado intenso, no se pudo observar bien el cambio a rosado tenue, lo que se tuvo que realizar fue todo el proceso con el Ph metro dentro de la solución, hasta conseguir un pH de 8.2.

La determinación de la harina de zapallo se calculó usando la siguiente formula:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}}}{\text{peso de la muestra (ml)}} \times 100$$

4.4.3 Colorimetría

Para la determinación de color se usó un colorímetro (modelo BK-UV1000) tanto en la harina como en cada tratamiento de las tortas de hamburguesas, obteniendo las coordenadas

CIE_{L*a*b} y calculado los valores de cromaticidad (C) y ángulo de tono (h°). Los porcentajes de cromaticidad y ángulo de tono se determinó usando la siguiente formula:

Cromaticidad

$$C^{\circ} = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Angulo de tono

$$h^{\circ} = \arctan\left(\frac{a^*}{b^*}\right)$$

4.4.4 Cuantificación de carotenoides

En la cuantificación de carotenoides se realizó con la metodología por (Ordoñez-Santos et al. 2014). Se pesaron 0.05g de la harina y de la torta de hamburguesa, luego se le agrego 7ml de una mezcla de hexano y etanol al 4:3 manteniendo la temperatura en la muestra, después, se llevó la muestra a un agitador durante una hora a 150rpm (modelo DLAB), después de que haya pasado la hora, se agregó 1ml de agua destilada y se volvió a usar el agitador de nuevo a 150rpm, pero en esta vez durante 5 minutos. Luego se retiró el sobrenadante con mínimo cuidado de no mezclar las dos fases, se agregó esta solución a la celda del espectrofotómetro para poder medir la absorbancia, se usó un espectrofotómetro (modelo BK-UV1000) a una longitud de onda de 444 para α caroteno, 450 para β caroteno, 451 para β -criptoxantina y zeaxantina y 472 para licopeno. Ya para el momento de realizar los cálculos de la concentración (mg/100g de muestra) se usó la ecuación de Lambert-Beer.

$$C.T. = \frac{A * V * 10^3}{E^{1\%} * W}$$

Donde:

E%: Coeficientes de extensión en hexano 2560 para β -caroteno, 2800 para α -caroteno, 2480 para β -criptoxantina, 2460 para zeaxantina y 3450 para licopeno

A: absorbancia determinada de longitud de onda

V: volumen final del extracto en ml

W: peso de la muestra en gramos

4.4.5 Cuantificación de compuestos fenólicos

Respecto la cuantificación de fenoles se realizó con la metodología por (Vernon L. Singleton 1999). Se usaron 0.5g de harina de zapallo y también de las tortas de hamburguesas para después agregar 20ml de etanol al 80%, este se sometió en agitación por 150rpm durante 3 minutos, luego, para poder lograr a realizar una extracción más efectiva y con mejores resultados se aplicó un ultrasonido durante 20 min, asimismo de obtener la concentración, se filtró la solución. Luego de ya tener el extracto filtrado se preparó una solución de usando 0.5ml del mismo extracto, 5ml de agua destilada y 0.5ml de reactivo de Folin, se mezcló suavemente para homogenizar bien la muestra y se dejó en reposo durante 3 minutos para después agregar 1ml de carbonato de sodio anhidrido al 20%. Ya con la solución obtenida se sometió a baño maría durante 15 minutos a una temperatura de 45°C, posteriormente se dejó enfriar durante 20 minutos para luego después realizar la lectura con el espectrofotómetro a una longitud de onda de 765. Luego se realizó una curva de calibración con ácido gálico y se expresaron los resultados en mg de ácido gálico equivalentes por gramo de harina de zapallo.

4.4.6 Capacidad antioxidante (Reactivo radical libre DPPH)

Para determinar la capacidad antioxidante en la harina de zapallo y en las tortas de hamburguesa se usó la metodología de (Martínez-Girón et al. 2017). Para empezar, se pesó 0.5gr de harina de zapallo y de las tortas, se disolvieron en 50ml de metanol y se sometió a agitación 145rpm por 1 min para después poder realizar el filtrado de esta solución, se tomó 1ml de la solución filtrada para posteriormente se agregó 2ml de DPPH ((2,2,-diphenyl-1-picrylhydrazyl radicales, marca Sigma-Aldrich Chemical), se esperó una hora para que pudiera realizar la reacción y poder determinar la capacidad antioxidante mediante la lectura en un espectrofotómetro con una longitud de onda de 517nm y usando la fórmula de % de inhibición DPPH. Los valores se muestran en porcentaje respecto a un control en donde únicamente reacciona a 1ml de metanol con 2ml de DPPH.

La capacidad antioxidante de la harina de zapallo se calculó usando la siguiente formula:

$$\%AA = \frac{A517 \text{ Control} - A517 \text{ Muestra}}{A517 \text{ Control}} \times 100$$

4.5 Tratamientos propuestos:

Tabla 4 Tratamientos

Lote (cada uno de 541.5 g)	Harina de zapallo	
	%	g

Control	0,00	0,00
T1	5,00	25,00
T2	10,00	50,00
T3	15,00	75,00

4.6 Muestra y obtención de materias primas

Materia prima cárnica: Carne molida de res, adquirida en un supermercado de la ciudad de Palmira, Valle del Cauca

Extensor vegetal: Harina de zapallo obtenida mediante secado molienda del zapallo en el laboratorio de tecnología de frutas y hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia en la ciudad de Palmira, Valle del Cauca

4.7 Procedimiento general

4.7.1 Formulación y mezcla de ingredientes según tratamientos definidos

Tabla 5 Formulación de las hamburguesas procesadas

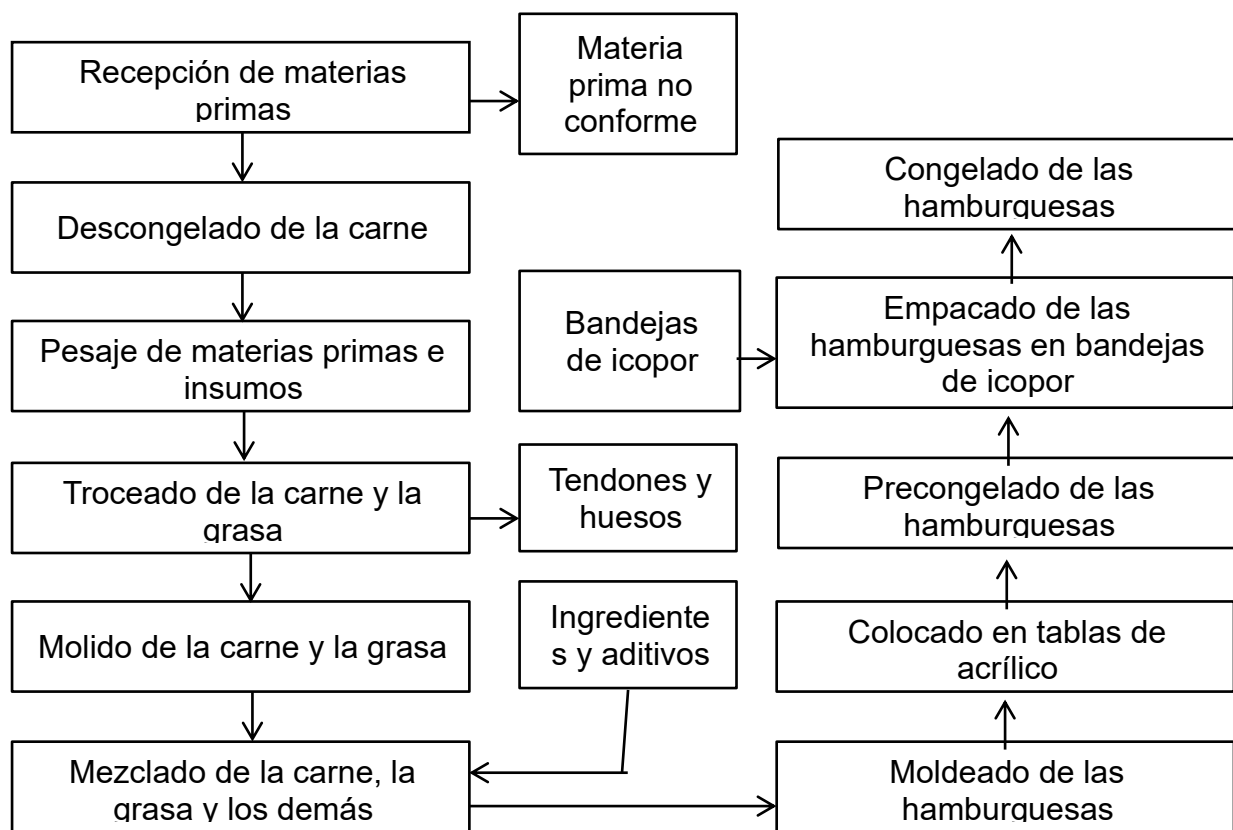
Ingredientes	Porcentaje de inclusión en la formulación, %	Peso Masa cárnica, g
		Base de cálculo
		2.000,00 g

Carne de res	60,7	1.214,00
Grasa de cerdo (Rebanado)	22,4	448,00
Harina de pan	8,50	170,00
Insumos y aditivos	8,40	168,00
Total, de ingredientes	100.0	2.000,00
Insumos y aditivos		
Proteína vegetal	3,98	79,60
Sal	0.94	18,80
Condimento hamburguesa	1,45	29,00
Comino	0.10	2,00
Polifosfatos	0.16	3,20
Ácido ascórbico	0.12	2,40
Glutamato mono sódico	0,04	0,80
Humo líquido	0.10	2,00
Cebolla larga picada	0.50	10,00
Ajo en polvo	0,50	10,00

Pimienta	0,04	0,80
Harina de trigo	0,47	9,40
Total, de insumos y aditivos	8,40	168,00

Fuente. Adaptada de (Zapata y Pava 2017)

Figura 1 Proceso tecnológico para la elaboración de las hamburguesas.



Fuente: Adaptado de (Zapata y Pava 2017)

Descripción.

En primer lugar, se realizó la recepción de las materias primas. La carne y la grasa que se ingresaron al proceso debieron cumplir con las consideraciones de calidad establecidas. Se verificó que la carne estuviera en condiciones de refrigeración y que no presentara olores extraños.

A continuación, se llevó a cabo el pesaje de las materias primas y los insumos. En una balanza se pesó la carne, la grasa y los demás ingredientes. Estos últimos se pesaron en vasos plásticos debidamente rotulados y se colocaron en un sitio limpio y libre de cualquier tipo de contaminación. Posteriormente, se realizó el troceado de la carne y la grasa. Con la ayuda de cuchillos afilados y sobre tablas de acrílico, se cortaron en fragmentos de aproximadamente 3 cm de lado. Tanto la carne como la grasa se colocaron en recipientes plásticos limpios. Esta operación se ejecutó lo más rápido posible para evitar el incremento de la temperatura de la materia prima.

Seguidamente, se realizó el molido de la carne y la grasa. Después de haber sido troceadas, se molieron con la ayuda de un molino eléctrico, mezclando ambos componentes para lograr un mejor molido. Para ello, se utilizó una rejilla de diámetro mediano (4,5 mm). El molido se realizó de forma rápida para evitar el aumento de la temperatura. La carne y la grasa molidas se recolectaron en un recipiente plástico limpio. Después, se procedió al mezclado de la carne, la grasa y los demás ingredientes. En el depósito de la mezcladora eléctrica se introdujeron la carne y la grasa ya molidas, y poco a poco se adicionaron los ingredientes previamente pesados. Es importante señalar que las harinas se agregaron al final. La mezcla se continuó hasta obtener una masa homogénea, en la cual los ingredientes estuvieron uniformemente dispersos en la masa cárnica.

Una vez obtenida la masa homogénea, se realizó el moldeado de las hamburguesas. Con la ayuda de moldes manuales, se formaron las unidades, las cuales presentaron un diámetro uniforme para mejorar su presentación. A continuación, las hamburguesas desmoldadas se colocaron sobre tablas de acrílico. Se distribuyeron de tal manera que no se tocaran entre sí, a fin de evitar que se deformaran o se adhirieran unas a otras. Finalmente, se realizó el precongelado de las hamburguesas. Una vez distribuidas sobre las tablas, estas se introdujeron en el congelador, con el propósito de que adquirieran mayor consistencia y facilitar su manipulación. Las hamburguesas permanecieron en el congelador el tiempo necesario para lograr su adecuada congelación.

4.8 Análisis sensorial

Se evaluó usando un total de 30 panelistas no entrenados, 16 hombres y 14 mujeres, con edades de 20 a 55 años. La evaluación se realizó en la Universidad Nacional de Colombia, sede en palmira. Se evaluó diferentes aspectos de la torta de hamburguesa: sabor, aroma, textura y color, con una escala hedónica de 1 a 7 donde 1 me disgusta muchísimo, 2 me disgusta mucho, 3 me disgusta ligeramente, 4 ni me gusta ni me disgusta, 5 me gusta ligeramente, 6 me gusta mucho y 7 me gusta muchísimo. Para la realización del análisis sensorial se dieron muestras de cada uno de los tratamientos de la torta de hamburguesa de harina de zapallo identificados con numeración alfa numérica aleatoria con el fin de que los panelistas evaluaran a su criterio cada una de las muestras entregadas.

4.9 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se detallaron mediante un análisis de varianza por cada atributo sensorial, a fin de observar si existe diferencias significativas entre las formulaciones. En el caso de que el resultado sea significativo $p < 0.05$ las diferencias las identificamos con una prueba de comparación múltiple de Tukey.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 6 Análisis fisicoquímicos de la harina

Análisis fisicoquímicos de la harina	
pH	6.17 ± 0.22
Humedad %	12
Rendimiento %	3

En la tabla se presentan los parámetros fisicoquímicos de la harina de zapallo reflejando un pH de 6.17 ± 0.22 sitúa la harina en un nivel algo ácido. Este nivel está cerca del punto neutro. Esto es común en productos deshidratados de Cucúrbita. Desde el aspecto técnico, este pH es favorable. No genera condiciones extremas. Así, no daña la estabilidad de los compuestos bioactivos. Tampoco restringe su uso en matrices cárnicas o panificadas, donde los valores próximos a la neutralidad facilitan la compatibilidad con la formulación.

Investigaciones recientes sobre harinas de la pulpa o subproductos de zapallo reportan valores similares. Aktaş y Gerçekaslan (2024) describen una harina de pulpa de zapallo con pH aproximado a unos datos de 5.6 obtenidas tras un proceso de secado y molienda comparable (Aktaş y Gerçekaslan 2024). Asimismo, revisiones sobre el zapallo y sus subproductos señalan que para la pulpa fresca oscilan rangos de pH entre 5.0 y 6.5 lo que hace coherente que, tras la eliminación de agua y concentración de sólidos, la harina mantenga un pH en el entorno observado en este estudio. (Men et al. 2020)

La harina presento un porcentaje de humedad de 12%, valor que es muy esencial para mantener su estabilidad. Teóricamente, humedades de 12-13% en harinas se consideran seguras para poder disminuir el crecimiento de microorganismos y reducir la tasa de enzimas de deterioro, siempre que se acompañen de un adecuado almacenamiento. Investigaciones sobre harinas de zapallo obtenidos por secado convectivo y otras tecnologías demuestran humedades entre 6-12%, en determinación de la temperatura y tiempo de secado, ubicando los resultados obtenidos dentro de un rango óptimo para almacenamiento. (Effect of air-drying temperature on physico-chemical, powder properties and sorption characteristics of pumpkin powders. s. f.)

El rendimiento del 3% puede parecer muy reducido a primera vista, pero es totalmente normal con la naturaleza del fruto y con lo informado en la literatura sobre la deshidratación de zapallo. La fruta de zapallo presenta contenidos de humedad altos, cercanos al 90-95% por lo que, tras la eliminación de partes no comestibles, escaldado, secado e incluso recortes por selección del fruto de calidad, es esperable que la cantidad de solidos recuperados de harina sea baja. (İzli et al. 2022)

Tabla 7 Análisis de compuestos bioactivos de la harina

Análisis de compuestos bioactivos de la harina	
β-caroteno	1.90 $\pm$ 0.21
α caroteno	2.11 $\pm$ 0.25
β-criptoxantina	1.85 $\pm$ 0.20
Licopeno	1.83 $\pm$ 0.22
Fenoles	1.87 $\pm$ 0.004
Capacidad antioxidante	22.32 $\pm$ 1.14

Dentro de los estudios realizados, se hizo considerable la presencia de carotenoides en cantidades importantes, destacando el β -caroteno 1.90 $\pm$ 0.21mg/100g, el α caroteno 2.11 $\pm$ 0.25mg/100g, la β -criptoxantina 1.85 $\pm$ 0.20 mg/100g y el licopeno 1.83 $\pm$ 0.22 mg/100g.

Estos pigmentos que se disuelven principalmente en grasas, son una señal de vitamina A y también tienen un papel antioxidante muy conocido, lo que principalmente ayuda a mantener la estabilidad ante la oxidación y le da a la harina su color característico. El principal hecho que se mantengan estos compuestos en la harina da a entender que el método de secado utilizado logro proteger los compuestos bioactivos que posee la harina, a pesar de que son fotosensibles al calor. Resultados parecidos fueron compartidos por Grassino *et al* (2023), quienes demostraron niveles notables de β -caroteno, α caroteno y luteína en varios derivados de la calabaza, destacando la relevancia de los carotenoides en el valor funcional de este tipo de alimentos vegetales. (Ninčević Grassino et al. 2023)

La cantidad de fenoles totales encontrada 1.87 ± 0.004 mg/100g sugiere que hay ciertos compuestos secundarios que actúan como antioxidantes importantes, ya que pueden ceder electrones y eliminar los radicales libres. Este hallazgo pone de manifiesto que, aunque se haya deshidratado, la harina de zapallo mantiene una buena cantidad de compuestos fenólicos, seguramente relacionados con los ácidos hidroxicinámicos y flavonoides típicos de esta planta. En estudios similares, como el de Bemfeito *et al.* (2020), se encontraron niveles notables de compuestos fenólicos en distintas partes del zapallo, lo que contribuyen directamente a la capacidad antioxidante de los productos que se obtienen de él. Estos datos reafirman que los fenoles son esenciales para que este vegetal se mantenga estable frente a la oxidación y tenga un buen valor funcional. (Miguel Pinto et al. 2020)

Se determinó que la harina de zapallo exhibe una capacidad antioxidante de 22.32 ± 1.14 mg/100g, lo cual demuestra una actividad importante al combatir los radicales libres. Este efecto podría deberse a la buena relación entre los carotenos y los compuestos fenólicos hallados, ambos con gran poder antioxidante. Estos datos refuerzan la utilidad del producto y su posible uso como un componente bioactivo en alimentos mejorados. De manera similar, Kamiloglu *et al* (2025) estudiaron la biodisponibilidad de carotenos y polifenoles en la calabaza y notaron una relación directa entre su cantidad y la capacidad antioxidante

generales, lo que confirma la función de estos metabolitos en la defensa contra el daño oxidativo. (Kamiloglu et al. 2025)

Tabla 8 Análisis de color L*a*b en las tortas de hamburguesa

Análisis de color en tortas de hamburguesa			
Tratamiento	L	a	b
Control	47.21 ± 1.06 ^a	12.66 ± 0.71 ^a	15.83 ± 0.72 ^a
T1	46.29 ± 1.55 ^a	14.51 ± 0.41 ^{ab}	35.89 ± 1.95 ^b
T2	45.33 ± 0.28 ^a	16.60 ± 0.85 ^b	38.40 ± 3.37 ^b
T3	47.16 ± 2.29 ^a	33.49 ± 2.02 ^c	33.49 ± 2.02 ^b

El color instrumental de las tortas de hamburguesa presentó valores de L* entre 45.33 y 47.21, a* entre 12.66 y 33.49 y b* entre 15.83 y 38.40. Estos resultados muestran que la incorporación de harina de zapallo no alteró de forma significativa L del producto, pero sí incrementó de manera pronunciada los componentes a y b, intensificando el tono naranja característico de las formulaciones con mayor nivel de adición. Desde la perspectiva tecnológica y sensorial, este cambio es debido a la presencia de carotenoides en la harina.

En el factor a*, se puede apreciar un aumento común, llegando a su punto máximo en el tratamiento 3, señal de que el color rojo de la carne predomina más. Este cambio podría relacionarse con una mejor defensa de los colores de la carne, sobre todo la mioglobina. Hallazgos parecidos fueron revelados por (Hunt et al. s. f.) y (Lacerda et al. 2021) quienes observaron más tono rojo al añadir compuestos naturales o elementos de plantas que estas pueden ayudar a mantener el color. De esta forma, el comportamiento observado mantiene que los tratamientos aplicados favorecen la retención del color típico de la carne.

Seguidamente, el parámetro b* presentó diferencias significativas con una muestra de valores más altos en los tratamientos T1, T2 y T3 que el control. Esto sugiere una inclinación hacia colores como el oro, tal vez por elementos naturales o reacciones de Maillard al cocinar.

(Botella-Martínez et al. 2021) y otros señalan que este aumento podría ser por lípidos que se oxidan o añadir cosas con colores anaranjados.

Tabla 9 Determinación de pH en tortas de hamburguesas

Análisis de pH en tortas de hamburguesas	
Tratamiento	pH
Control	6.27±0.05 ^b
T1	6.13 ±0.06 ^a
T2	6.07±0.04 ^a
T3	6.04±0.03 ^a

Los análisis realizados en la tabla 6 demuestran que el nivel de acidez en las tortas de hamburguesa cambia, entre 6.04 ± 0.03 y 6.27 ± 0.05 , observándose una ligera disminución conforme el tratamiento control. El tratamiento control tuvo el nivel más alto 6.27 ± 0.05 . Los tratamientos 1, 2 y 3, cambio tuvieron niveles más bajos y bastantes parecidos entre ellas. Esto da a entender que, al usar el extensor, la harina de zapallo hizo que la carne un poco más acida.

Los análisis se encuentran dentro del margen, como en otros productos de carne que no están completamente listos, que rondan un pH de 5.8 a 6.3, dependiendo de qué tipo de carne sea y cómo se haga. Investigaciones anteriores, como la de (Lorenzo et al. 2018) en hamburguesas de cerdo con uso de vegetales como extensores, mostraron niveles de pH de 6.05 a 6.25, lo que coincide con lo que encontramos en este estudio. Asimismo, (José M Lorenzo y Daniel Franco 2012) comentaron que las carnes con un pH de más de 6.2 tienen menor vida útil y corren un mayor riesgo de contaminarse por los microorganismos, ya que no son tan ácidas y retienen más agua.

La leve caída del pH en las pruebas con harina de Zapallo podría deberse a las sustancias ácidas presentes en la harina del fruto, cuyo pH se fijó en 6.17 ± 0.22 , según los estudios de sus propiedades físicas y químicas. Este número, aunque casi neutro, se inclina un poco hacia lo ácido, lo que podría ayudar a bajar el pH general de la mezcla de carne. Hallazgos parecidos fueron comunicados por (José Igor Hleap-Zapata et al. 2020), quienes notaron que las formulaciones con harina de calabaza o de verduras con presencia de carotenoides muestran un pH entre 6.47 y 6.57, mostrando que sumar ingredientes vegetales puede asentar el pH hacia niveles un poco ácidos sin tocar la firmeza del producto.

La disminución del pH en los tratamientos 1 y 3 podría favorecer el mantenimiento de la estabilidad microbiológica y química. Esto pasa porque cuando los valores se parecen a la neutralidad, suelen acelerar a la degradación de proteínas y la oxidación de grasas (Gavril (Rațu) et al. 2024). Viéndolo así, la existencia de elementos funcionales y antioxidantes en la harina de zapallo, como los carotenoides y fenoles, podrían ayudar para que el sistema de proteínas y grasas se mantenga estable. De esta forma, se frenaría el deterioro por oxidación y se haría que el producto tenga mayor vida útil.

Tabla 10 Determinación de compuestos bioactivos en tortas de hamburguesa

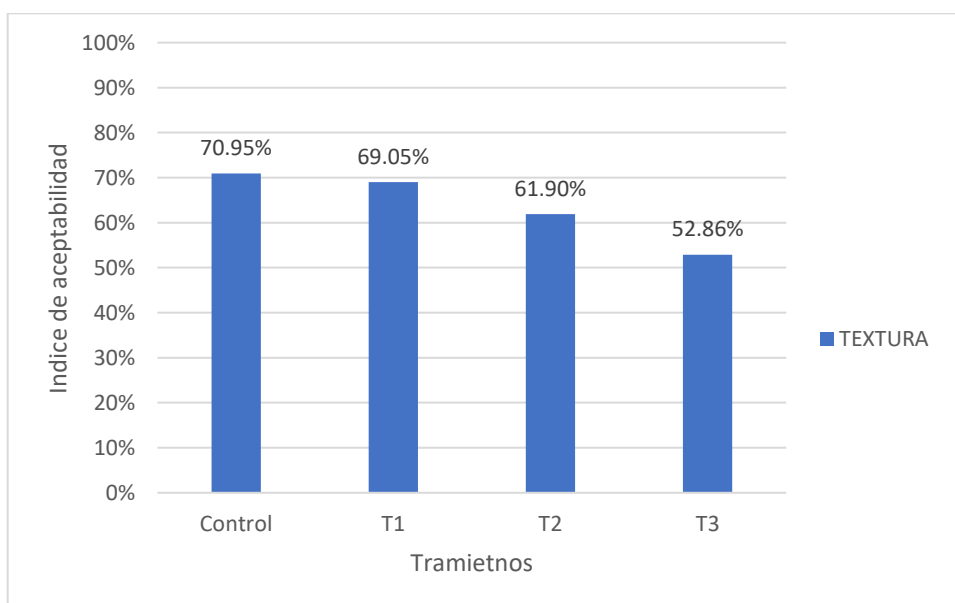
Análisis de compuestos bioactivos en la torta de hamburguesa						
Tratamiento	β caroteno	α caroteno	β-criptoxantina	Licopeno	Fenoles	Capacidad Antioxidante
Control	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
T1	0.13 ^b	0.011 ^b	0.014 ^b	0.0009 ^b	0.05 ^b	0.006 ^b
T2	0.25 ^c	0.036 ^c	0.0298 ^c	0.0015 ^c	0.94 ^c	0.112 ^c
T3	0.38 ^d	0.087 ^d	0.0796 ^d	0.0039 ^d	1.41 ^d	0.167 ^d

Los análisis realizados en la tabla muestran los resultados de los análisis de β caroteno, α caroteno, β -criptoxantina, licopeno, fenoles y capacidad antioxidante, estos resultados suben

progresivamente debido al incremento del porcentaje de harina de zapallo en las tortas de hamburguesas de cada tratamiento. En el tratamiento control no hubo presencia de ningún compuesto bioactivo. En el tratamiento 1 se logra presenciar de compuestos bioactivos, demostrando una subida continua hasta el tratamiento 3, donde la cantidad de β caroteno llego a los 0.38gm/100g y los fenoles totales 1.41mg/100g, junto a una capacidad antioxidante de 0.167mg/100g. Estos resultados obtenidos demuestran que el tratamiento 3 demostró que poseen un enriquecimiento bioactivo entre las otras formulaciones, este se debe a la adición de harina de zapallo.

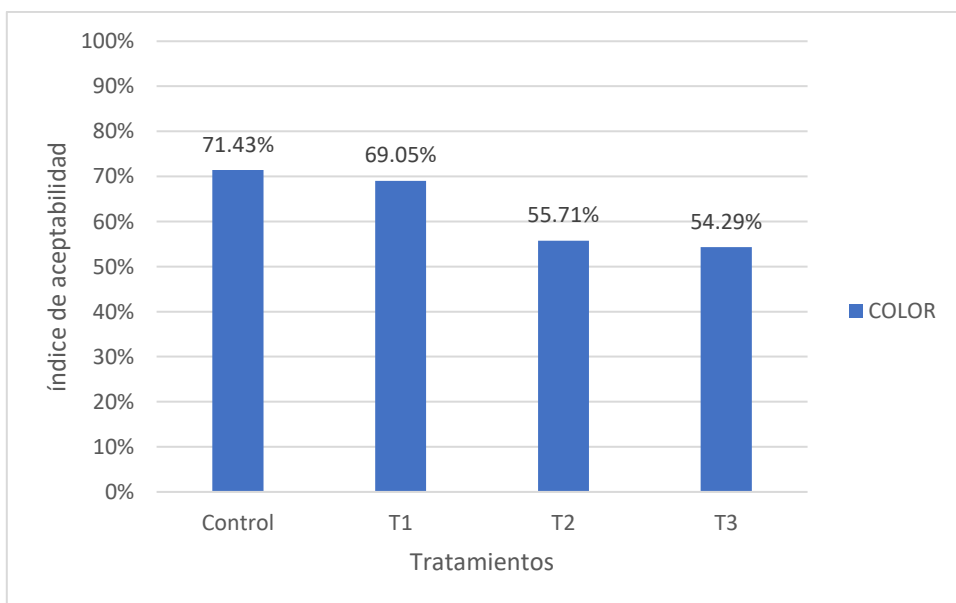
De forma similar, análisis de hamburguesas mejoradas con harina de zapallo mostraron notables resultados en el β -caroteno 0.30–0.40 mg/100g y capacidad antioxidante, datos que tienen parecido con los valores del tratamiento 3 de la presente investigación (Jairo H. López-Vargas et al. 2014). Otros expertos también comentan que el aumento de fenoles totales se vincula con un mayor poder antioxidante, por la unión de elementos fenólicos y colores carotenoides hallados en mezclas enriquecidas (Hassan et al. 2021)

Figura 2 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando textura



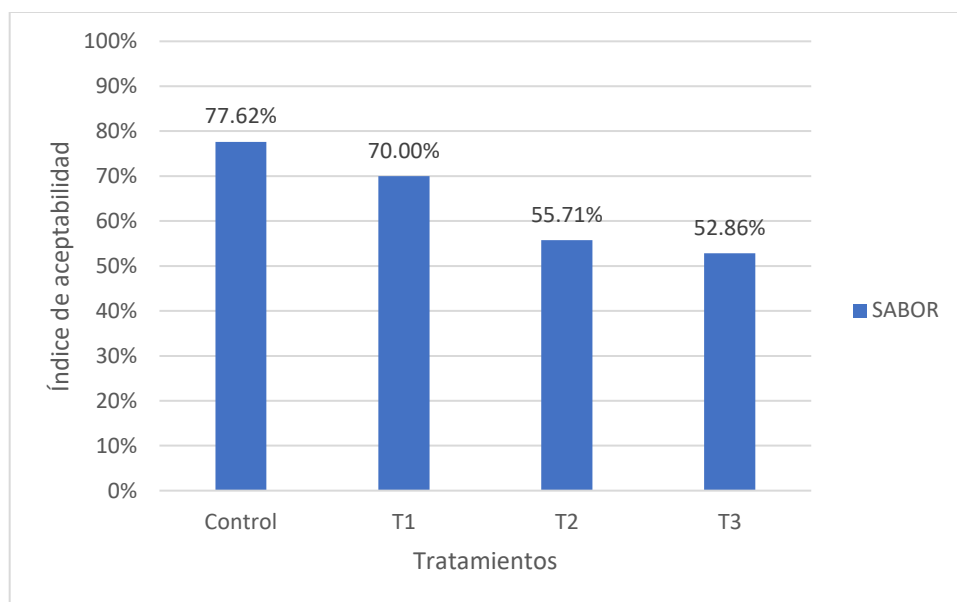
En la Figura 2 se observa el índice de aceptabilidad sensorial evaluando textura. La evaluación de textura mostró que el control obtuvo la mayor aceptación, evidenciando que la hamburguesa sin sustitución mantiene la estructura más agradable para los panelistas. Con la incorporación del 5% de harina de zapallo (T1), la puntuación disminuyó levemente, pero se mantuvo muy cercana al control, lo que indica que este nivel no genera cambios sensoriales negativos. A partir del 10% (T2), la textura descendió de forma más marcada, reflejando que la harina empieza a modificar la cohesión y firmeza del producto. El tratamiento con 15% (T3) mostró la calificación más baja, señal de una textura menos compacta y menos jugosa. Esta tendencia sugiere que el aumento de sólidos vegetales reduce la capacidad de retención de agua y altera el gel proteico característico de la carne. En conjunto, los resultados demuestran que la aceptabilidad de la textura disminuye conforme aumenta el nivel de harina, y que el 5% es el máximo nivel que conserva una textura comparable al control.

Figura 3 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando color



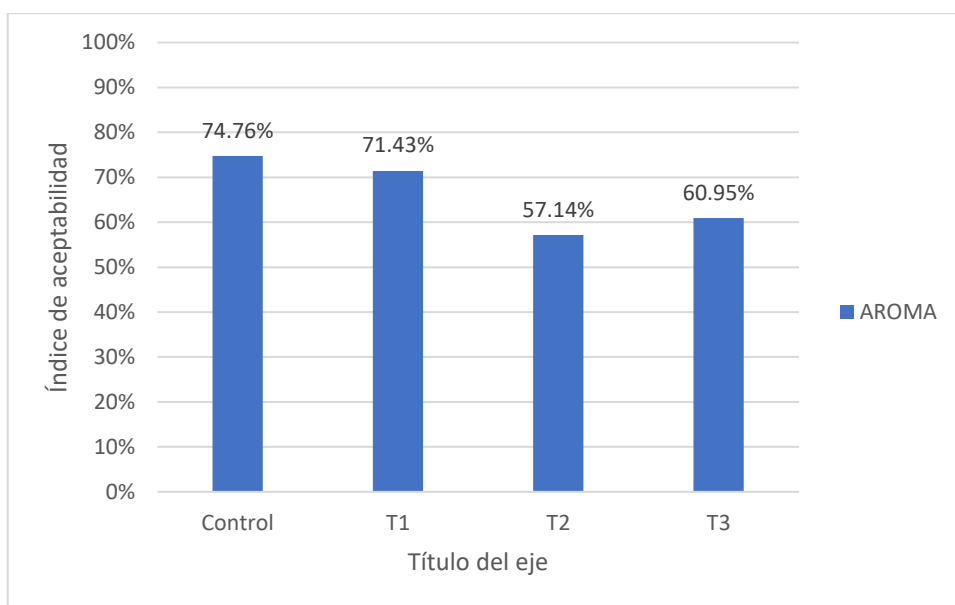
La evaluación del color mostró que el control obtuvo la mayor aceptación, lo que indica que los panelistas prefirieron el color natural de la hamburguesa sin sustitución. El tratamiento con 5% de harina (T1) presentó una ligera disminución, pero mantuvo una puntuación alta, cercana al control, lo que sugiere que este nivel de adición no altera de forma negativa la apariencia visual. En cambio, los tratamientos T2 y T3 registraron reducciones marcadas en la aceptación, reflejando que la mayor presencia de harina modifica perceptiblemente el tono del producto. Estos cambios pueden deberse a la influencia de los carotenoides del zapallo, que intensifican tonalidades amarillas y anaranjadas, alejándose del color esperado en una hamburguesa tradicional. La tendencia general muestra que, a medida que aumenta el porcentaje de harina, disminuye la aceptación del color. Por lo tanto, desde el punto de vista visual, el 5% representa el límite en el que la hamburguesa mantiene un color aceptable sin generar rechazo por parte de los panelistas.

Figura 4 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando sabor



La evaluación del sabor mostró que el control alcanzó la mayor aceptación, lo que indica que el perfil sensorial tradicional de la hamburguesa fue el preferido por los panelistas. Al incorporar un 5% de harina de zapallo (T1), la puntuación disminuyó ligeramente, ubicándose alrededor de 70 puntos, pero manteniéndose en un nivel alto y aceptado, lo que sugiere que esta cantidad no altera de manera negativa el sabor característico del producto. A partir del 10% (T2), la calificación bajó de forma más marcada hasta aproximadamente 56 puntos, evidenciando que mayores niveles de sustitución modifican perceptiblemente el sabor, posiblemente por la presencia de compuestos propios del zapallo. El tratamiento del 15% (T3) continuó esta tendencia descendente. Esto indica que concentraciones altas aportan notas sensoriales que se alejan del sabor esperado en una hamburguesa de carne. En conjunto, los resultados reflejan que el sabor se ve afectado a medida que aumenta la harina, siendo el 5% el límite que permite mantener un perfil sensorial aceptable para el consumidor.

Figura 5 Índice de aceptabilidad sensorial evaluando aroma



La evaluación del aroma mostró que el control obtuvo la mayor aceptación, lo que refleja que el olor característico de la hamburguesa sin sustitución fue el preferido por los panelistas.

El tratamiento con 5% de harina (T1) presentó una ligera disminución, con aproximadamente 71 puntos, manteniéndose aún dentro de un rango alto de aceptación, lo que indica que este nivel no modifica de forma negativa el aroma del producto. En el tratamiento con 10% (T2), la calificación descendió, evidenciando que una mayor incorporación de harina introduce notas aromáticas perceptibles que no resultan tan agradables para los consumidores. El tratamiento con 15% (T3) mostró una ligera recuperación, aunque sin superar al control ni al T1, lo que sugiere que el aroma sigue viéndose afectado, pero no de manera tan marcada como en el 10%. En general, la tendencia indica que niveles elevados de harina pueden atenuar o modificar el olor típico de la carne, mientras que el 5% mantiene una percepción aromática muy cercana al producto original.

VI. CONCLUSIÓN

La evaluación integral del producto demostró que la harina de zapallo puede incorporarse como extensor en hamburguesas, pero su impacto depende directamente del nivel de sustitución. Los análisis sensoriales mostraron diferencias significativas entre tratamientos, donde la muestra control obtuvo las mayores calificaciones y el tratamiento T1 (5%) se mantuvo dentro del mismo grupo estadístico en varios atributos. En contraste, T2 (10%) y T3 (15%) mostraron disminuciones sensoriales significativas. Esto evidencia que la harina es viable como extensor, pero solo en niveles moderados, siendo 5% la proporción más adecuada para mantener la aceptabilidad del producto.

Las cuatro formulaciones se desarrollaron correctamente y permitieron evaluar de forma comparativa la influencia del nivel de inclusión. A mayor porcentaje de harina, mayor fue la intensidad del color amarillo-anaranjado y mayor el aporte de compuestos bioactivos al producto. Esto confirma que la harina se integra eficazmente a la matriz cárnica y modifica parámetros tecnológicos y funcionales en proporción directa a su nivel de uso.

La sustitución con harina produjo cambios medibles: el pH disminuyó ligeramente a medida que aumentó el porcentaje de adición, sin salir del rango aceptable para productos cárnicos. El color fue el parámetro más impactado, con incrementos significativos en los valores a^* y b^* en los tratamientos con harina, lo que refleja la influencia de los carotenoides del zapallo. Estos resultados evidencian que la harina sí modifica propiedades físico-químicas claves, pero sin comprometer el procesamiento o la estabilidad del producto.

La harina de zapallo presentó cantidades apreciables de carotenoides y fenoles, lo que se reflejó en aumentos proporcionales de estos compuestos en las tortas conforme aumentó el nivel de inclusión. Los tratamientos del 10% y 15% registraron las mayores concentraciones de carotenoides y la mayor capacidad antioxidante. Sin embargo, estos beneficios funcionales no se tradujeron en mayor aceptabilidad sensorial, lo que indica que existe un límite práctico donde el aporte nutracéutico genera efectos sensoriales que el consumidor percibe como negativos.

VII. RECOMENDACIONES

Sería útil realizar pruebas que determinen cómo se comporta el producto a lo largo del tiempo, considerando diferentes temperaturas, empaques y métodos de almacenamiento. Esto ayudaría a conocer cuánto dura su calidad y frescura, así como a establecer su vida útil real para una posible producción comercial.

Finalmente, sería valioso compartir los hallazgos de este estudio con otros investigadores, estudiantes y emprendedores. Difundir esta información podría motivar a seguir explorando ingredientes vegetales en productos cárnicos, contribuyendo así a la creación de alimentos más sostenibles, accesibles y saludables.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Alija, D; Olędzki, R; Nikolovska Nedelkoska, D; Wojciechowicz-Budzisz, A; Xhabiri, G; Pejcz, E; Alija, E; Harasym, J. 2025. The Addition of Pumpkin Flour Impacts the Functional and Bioactive Properties of Soft Wheat Composite Flour Blends. *Foods* 14(2):243. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14020243>.

Botella-Martínez, C; González, R; Lorenzo, JM; Santos, E; Rosmini, M; Sepúlveda, N; Teixeira, A; Sayas-Barberá, E; Pérez-Álvarez, J; Fernández-López, J; Viuda-Martos, M. 2021. Cocoa Coproducts-Based and Walnut Oil Gelled Emulsion as Animal Fat Replacer and Healthy Bioactive Source in Beef Burgers. *Foods* 10:2706. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112706>.

Cáñez-Carrasco, MG; Cumplido-Barbetia, LG; Orduño-Fragoza, O; Corella-Madueño, MAG. 2016. Estudio de las propiedades funcionales de mezclas de proteínas en un sistema modelo. *Acta Universitaria* 26(4):3-11.

Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2025. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052018000200061&script=sci_arttext.

Cardentey, RF; Pallarés, MG. s. f. TRABAJO FIN DE MÁSTER. .

Carrera Tomalá, DJ; Torres Torres, JM. 2023. Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de la cáscara de zapallo (*Cucurbita maxima*) (en línea). s.l., Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. . Consultado 3 may 2025. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/69305>.

Contreras Campuzano, AE; Estacio Lindao, ID. 2021. Estudio comparativo del efecto gastro-protector entre *Cucurbita maxima* duch, *Cucurbita pepo* L, *Cucurbita moschata* duch y *Cucurbita ecuadorensis* (en línea). s.l., Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. . Consultado 4 may 2025. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/58432>.

Contreras, JAR. 2019. EFECTO DEL SECADO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS, FUNCIONALES Y TECNOFUNCIONALES DE LA HARINA DE

SEMILLA DE AUYAMA (Cucurbita máxima) CULTIVADA EN EL MUNICIPIO DE DABEIBA, ANTIOQUIA Y SUS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS. .

Day, L; Cakebread, J; Loveday, S. 2021. Food proteins from animals and plants: Differences in the nutritional and functional properties. Trends in Food Science & Technology 119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.020>.

Effect of air-drying temperature on physico-chemical, powder properties and sorption characteristics of pumpkin powders. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 9 nov. 2025. Disponible en <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20163160824>.

Emmanuel Rivas Robles, Manuel Vargas Ortiz y Gilber Vela Gutierrez. 2020. Revista Iberoamericana de Tecnología y Postcosecha (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/342643829_VOLUMEN_21_NUMERO_1_COMITE_EDITORIAL_DE_LA_REVISTA_IBEROAMERICANA_DE_TECNOLOGIA_POSTCOSECHA.

Erika Sánchez-Malusin. 2025. Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum aestivum* L) por harina de zapallo (*cucurbita máxima*) en la elaboración de extruidos de origen alimentario cultivadas en Ecuador | LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades (en línea, sitio web). Consultado 4 may 2025. Disponible en <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/202>.

Garcés, DMS. s. f. APROBACIÓN DEL TUTOR. .

Gavril (Rațu), RN; Stoica, F; Lipșa, FD; Constantin, OE; Stănciuc, N; Aprodu, I; Râpeanu, G. 2024. Pumpkin and Pumpkin By-Products: A Comprehensive Overview of Phytochemicals, Extraction, Health Benefits, and Food Applications. Foods 13(17):2694. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13172694>.

Gómez, JÁ. 2019. Efecto del almacenamiento sobre las propiedades fisicoquímicas de zapallo (*Cucurbita moschata* Duch Var. Bolo verde) fresco y mínimamente procesado. .

González Peña, M; Lozada-Ramírez, JD; Toxqui, L; Regules, A. 2018. Los beneficios del consumo de carotenoides. 12:30-42.

Guevara Núñez, JL. 2021. Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos cárnicos (en línea). . Consultado 4 may 2025. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32590>.

Hassan, F; Mobarez, S; Mohamed, M; Attia, Y; Mekawy, A; Mahrose, K. 2021. Zinc and/or Selenium Enriched Spirulina as Antioxidants in Growing Rabbit Diets to Alleviate the Deleterious Impacts of Heat Stress during Summer Season. Animals: an open access journal from MDPI 11(3):756. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani11030756>.

Hunt, MC; Acton, JC; Benedict, RC; Calkins, CR. s. f. Guidelines for Meat Color Evaluation.

İzli, G; Yildiz, G; Berk, SE. 2022. Quality retention in pumpkin powder dried by combined microwave-convective drying. *Journal of Food Science and Technology* 59(4):1558-1569. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05167-5>.

Jahan, F; Islam, MdB; Moulick, SP; Al Bashera, M; Hasan, MdS; Tasnim, N; Saha, T; Bobby, F; Waliullah, Md; Saha, AK; Hossain, A; Ferdousi, L; Rahman, MdM; Saha, BK; Huda Bhuiyan, MN. 2023. Nutritional characterization and antioxidant properties of various edible portions of *Cucurbita maxima*: A potential source of nutraceuticals. *Heliyon* 9(6):e16628. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16628>.

Jairo H. López-Vargas; Jairo H. López-Vargas; José Ángel Pérez-Álvarez; Manuel Viuda-Martos. 2014. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174014000473>.

José Igor Hleap-Zapata; Jherlyn Daniela Cruz-Rosero; Lady Tatiana Durán-Rojas; Daniela Hernández-Trujillo; Luis David Reina-Aguirre; Natalia Tilano-Pemberthy. 2020. Evaluation of pumpkin flour (*Cucurbita moschata* Duch.) added as a meat extender in Frankfurt-type sausages (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCa/article/view/4016>.

Jose M Lorenzo; Daniel Franco. 2012. Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufactured of dry-cured foal sausage Lipolysis, proteolysis and sensory properties (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174012002380>.

Kamiloglu, S; Günal-Köroğlu, D; Ozdal, T; Tomas, M; Capanoglu, E. 2025. Recent advances on anti-diabetic potential of pigmented phytochemicals in foods and medicinal plants. *Phytochemistry Reviews* 24(3):2203-2233. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11101-024-10014-4>.

Kaur, S; Panghal, A; Garg, MK; Mann, S; Khatkar, S; Sharma, P; Chhikara, N. 2019. Functional and nutraceutical properties of pumpkin – a review. *Nutrition & Food Science ahead-of-print*. DOI: <https://doi.org/10.1108/NFS-05-2019-0143>.

Kim, C-J; Kim, H-W; Hwang, K-E; Song, D-H; Ham, Y-K; Choi, J-H; Kim, Y-B; Choi, Y-S. 2016. Effects of Dietary Fiber Extracted from Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.) on the Physico-Chemical and Sensory Characteristics of Reduced-Fat Frankfurters. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources* 36(3):309-318. DOI: <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.3.309>.

Kostecka-Gugała, A; Kruczek, M; Ledwożyw-Smoleń, I; Kaszycki, P. 2020. Antioxidants and Health-Beneficial Nutrients in Fruits of Eighteen Cucurbita Cultivars: Analysis of Diversity and Dietary Implications. *Molecules* 25(8):1792. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25081792>.

Lacerda, YG; Paulino, J da S; Esteves, GF; Júnior, R da CE; Góes, BC; Aguiar, É de F; Salles, BCC; Cavicchioli, VQ. 2021. Natural compounds obtained from plants as alternatives for meat and meat products preservation. *Research, Society and Development* 10(14):e10101421422-e10101421422. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21422>.

Lokuge, GM; Vidanarachchi, JK; Thavarajah, P; Siva, N; Thavarajah, D; Liyanage, R; Balasooriya, N; Alwis, J. 2018. Prebiotic carbohydrate profile and in vivo prebiotic effect of pumpkin (*Cucurbita maxima*) grown in Sri Lanka (en línea). *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka* 46(4). DOI: <https://doi.org/10.4038/jnsfsr.v46i4.8623>.

Lorenzo, JM; Vargas, FC; Strozzi, I; Pateiro, M; Furtado, MM; Sant'Ana, AS; Rocchetti, G; Barba, FJ; Dominguez, R; Lucini, L; do Amaral Sobral, PJ. 2018. Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. *Food Research International (Ottawa, Ont.)* 114:47-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.046>.

Madhusankha, GDMP; Siow, LF; dos Santos Silva Amaral, M; Marriott, PJ; Thoo, YY. 2024. Impact of thermal processing and emulsification methods on spice oleoresin blending: Insights for flavor release and emulsion stability. *Food Chemistry* 460:140751. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.140751>.

Márquez-Cardozo, CJ; Caballero-Gutiérrez, BL; Ciro-Velázquez, HJ; Restrepo-Molina, DA. 2021. Effect of pretreatment and temperature on the drying kinetics and physicochemical and techno-functional characteristics of pumpkin (*Cucurbita maxima*). *Heliyon* 7(4):e06802. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06802>.

Martínez-Girón, J; Rodríguez-Rodríguez, X; Pinzón-Zárate, L; Ordóñez-Santos, LE. 2017. Caracterización fisicoquímica de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) obtenida por secado convectivo. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 18(3):599-613. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:747.

Men, X; Choi, S-I; Han, X; Kwon, H-Y; Jang, G-W; Choi, Y-E; Park, S-M; Lee, O-H. 2020. Physicochemical, nutritional and functional properties of *Cucurbita moschata*. *Food Science and Biotechnology* 30(2):171-183. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10068-020-00835-2>.

Miguel Pinto; ,; Sofia Benfeito; ,; Carlos Fernandes; ,; Fernanda Borges. 2020. Antioxidant therapy, oxidative stress, and blood-brain barrier: The road of dietary antioxidants (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/chapter/edited-volume/abs/pii/B9780128177808000098?via%3Dihub>.

Mohammed, HH; Tola, YB; Taye, AH; Abdisa, ZK. 2022. Effect of pretreatments and solar tunnel dryer zones on functional properties, proximate composition, and bioactive components of pumpkin (*Cucurbita maxima*) pulp powder. *Heliyon* 8(10):e10747. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10747>.

Olmedilla-Alonso, B; Jiménez-Colmenero, F. 2014. Alimentos cárnicos funcionales: desarrollo y evaluación de sus propiedades saludables. *Nutrición Hospitalaria* 29(6):1197-1209. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.6.7389>.

Ordoñez-Santos, LE; Hurtado Aguilar, P; Ríos Solarte, OD; Arias Jaramillo, ME. 2014. Total concentration of carotenoids in tropical fruits' waste. *Producción + Limpia* 9(1):91-98.

Pineda, CBR. s. f. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD SENSORIAL EN ALMACENAMIENTO DE EMULSIONES SABORIZADAS DE LA EMPRESA DISAROMAS S.A. .

Pintado, T; Delgado-Pando, G. 2020. Towards More Sustainable Meat Products: Extenders as a Way of Reducing Meat Content. *Foods* 9(8):1044. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9081044>.

_____. 2020. Towards More Sustainable Meat Products: Extenders as a Way of Reducing Meat Content. *Foods* 9(8):1044. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9081044>.

Qian, R; Sun, C; Bai, T; Yan, J; Cheng, J; Zhang, J. 2024. Recent advances and challenges in the interaction between myofibrillar proteins and flavor substances (en línea). *Frontiers in Nutrition* 11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1378884>.

Rivadeneira, F; Zambrano, R; Zambrano, P; Pinoargote, L. 2019. Harina integral de zapallo (cucúrbita moschata) para alimento alternativo en la producción avícola. *CIENCIAMATRIA* 5:668-679. DOI: <https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.256>.

_____. 2019. Harina integral de zapallo (cucúrbita moschata) para alimento alternativo en la producción avícola. *CIENCIAMATRIA* 5:668-679. DOI: <https://doi.org/10.35381/cm.v5i9.256>.

Rodríguez-Restrepo, RA; Valdés-Restrepo, MP; Ortiz-López, JJ; Ortiz-Grisales, S. 2023. Carotenogénesis y pigmentos en *Cucurbita* spp. (en línea). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 26(1). DOI: <https://doi.org/10.31910/rudca.v26.n1.2023.2218>.

Rossel Kipping, ED; Ortiz Laurel, H; Amante Orozco, A; Durán García, HM; López Martínez, LA. 2018. Características físicas y químicas de la semilla de calabaza para mecanización y procesamiento. *Nova Scientia* 10(21):61-77. DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1467>.

Staichok, A; Mendonça, K; Santos, P; Garcia, L; Damiani, C. 2016. Pumpkin Peel Flour (Cucurbita máxima L.) – Characterization and Technological Applicability. Journal of food and nutrition research 4:327-333. DOI: <https://doi.org/10.12691/jfnr-4-5-9>.

TECH®, RTF. 2024. Descubriendo el potencial de la calabaza: un superalimento para la industria alimentaria (en línea, sitio web). Consultado 3 may 2025. Disponible en <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/descubriendo-el-potencial-de-la-calabaza-un-superalimento-para-la-industria-alimentaria/>.

de Toledo, G; de Santander, N. s. f. Estandarización y evaluación de una formulación a base de harina de quinua y Cloruro de .

Valenzuela, GM; Cravzov, AL; Soro, AS; Tauguinias, AL; Giménez, MC; Gruszycki, MR. 2014. Relación entre actividad antioxidante y contenido de fenoles y flavonoides totales en semillas de Cucurbita spp. Dominguezia 30(1):19-24.

Vernon L. Singleton. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent (en línea). s.l., Academic Press, vol.299. p. 152-178 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).

Vidinamo, F; Fawzia, S; Karim, MA. 2021. Effect of drying methods and storage with agro-ecological conditions on phytochemicals and antioxidant activity of fruits: a review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 62(2):353-361. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1816891>.

Yu, J; Wang, L; Zhang, Z. 2023. Plant-Based Meat Proteins: Processing, Nutrition Composition, and Future Prospects. Foods 12(22):4180. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12224180>.

Zapata, JIH; Pava, GCRDL. 2017. Physicochemical analysis of frankfurter type sausages made with red tilapia fillet waste (Oreochromis sp) and quinoa flour (Chenopodium quinoa W.) (en línea). Brazilian Journal of Food Technology 21(0). DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.10316>.

Zhang, G; Li, Z; Fu, M. 2024. Comparison of quality and oxidative stability of pumpkin seed (Cucurbita maxima) oil between conventional and enzymatic extraction methods. Sustainable Food Technology 2. DOI: <https://doi.org/10.1039/D4FB00080C>.

ANEXOS

Anexos 1 Proceso de la obtención de la harina

En este proceso se detalla paso por paso para la obtención de la harina de zapallo, desde su principio en el proceso hasta el final de la obtención de la harina



Anexos 2 Análisis físico químicos y bioactivos en la harina y en las tortas de hamburguesa.



Anexos 3 Formulación y elaboración de tortas de hamburguesas



Anexos 4 Realización de análisis sensoriales de las tortas de hamburguesas



Anexos 5 Prueba sensorial

PRUEBA DE GRADO DE SATISFACCIÓN

Torta de hamburguesa de res

		<u>Fecha</u>	DD	MM	AA	
Nivel	Prescolar	Básica	Media	Pregrado	Postgrado	N.A
	Hombre	Mujer	Edad			

escolar

Pruebe por favor las muestras que se le presentan en el orden que se le indique. Marque con una X en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra de acuerdo con el nivel de aceptación en una escala del 1 al 7, como se indica a continuación:

224	Textura	Color	Sabor	Aroma
1. Me disgusta muchísimo				
2. Me disgusta mucho				
3. Me disgusta ligeramente				
4. Ni me gusta ni me disgusta				
5. Me gusta ligeramente				
6. Me gusta mucho				
7. Me gusta muchísimo				
Comentarios				

680	Textura	Color	Sabor	Aroma
1.Me disgusta muchísimo				
2. Me disgusta mucho				
3. Me disgusta ligeramente				
4. Ni me gusta ni me disgusta				
5. Me gusta ligeramente				
6. Me gusta mucho				
7. Me gusta muchísimo				
Comentarios				

002	Textura	Color	Sabor	Aroma
1.Me disgusta muchísimo				
2. Me disgusta mucho				
3. Me disgusta ligeramente				
4. Ni me gusta ni me disgusta				
5. Me gusta ligeramente				
6. Me gusta mucho				
7. Me gusta muchísimo				
Comentarios				

377	Textura	Color	Sabor	Aroma
1.Me disgusta muchísimo				
2. Me disgusta mucho				
3. Me disgusta ligeramente				
4. Ni me gusta ni me disgusta				
5. Me gusta ligeramente				
6. Me gusta mucho				
7. Me gusta muchísimo				
Comentarios				