

EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE CARNE POR HARINA DE SOYA SOBRE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS DE HAMBURGUESAS

EFFECT OF PARTIAL MEAT REPLACEMENT WITH SOY FLOUR ON PHYSICOCHEMICAL, SENSORY AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF BEEF BURGERS

Katherine Mishelle Ortiz León¹, Adriana Morayma Atiencia Pazmiño², Ana Maria Arellano³, Erick Jose Ayavaca Morales⁴

{kortiz@uagraria.edu.ec¹, aatiencia@uagraria.edu.ec², aarellano@uagraria.edu.ec³, erick.j.am.g@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 07/07/2026 / Fecha de aceptación: 15/08/2026 / Fecha de publicación: 25/08/2026

RESUMEN: En la actualidad el beneficio de cambiar la composición de productos cárnicos sin eliminar su matriz tradicional es reemplazar parcialmente la carne por ingredientes vegetales. Este estudio se propuso determinar el impacto que tiene la adición de harina de soya (*Glycine max*) en hamburguesas de res a través de análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales. Se formularon cuatro tratamientos: uno de control sin harina de soya (C1S1B) y tres con 5% (C2S2B), 10% (C3S3B) y 15% (C4S4B). Cada uno fue examinado en tres ocasiones. Se establecieron los niveles de pH, grasa, proteína, fibra, cenizas y humedad; para procesar la información se emplearon la prueba de Tukey con $\alpha=0,05$ y el análisis de varianza. Se llevó a cabo la valoración sensorial con 20 catadores y una escala hedónica de cinco grados para el color, el aroma, el gusto y la apariencia. El aumento de harina de soya generó diferencias importantes en las variables fisicoquímicas. El tratamiento con 15% mostró el aporte composicional más alto, con 3,31% de cenizas, 19,02% de grasa, 2,41% de fibra y 26,71% de proteína. No obstante, el tratamiento con un 10% fue el que tuvo la mayor aceptación sensorial, con una media total de 4.45/5. Este tratamiento mostró 8×10^6 UFC/g de aerobios mesófilos, 3×10^2 UFC/g de *Escherichia coli*, 8×10^3 UFC/g de *Staphylococcus aureus* y no hubo *Salmonella* en 25 g. En el análisis se consideraron estos valores como acordes con la NTE INEN 1338. Se concluye que la harina de soya altera en gran medida la composición de las hamburguesas y que el 10% es el porcentaje óptimo entre mejoramiento composicional y aceptabilidad.

¹Universidad Agraria del Ecuador- Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-5773-0280>

²Universidad Agraria del Ecuador- Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0000-0003-1981-6133>

³Universidad Agraria del Ecuador- Guayaquil-Ecuador, <https://orcid.org/0009-0006-5606-411X>

⁴Investigador Independiente, <https://orcid.org/0009-0001-3553-979X>

Palabras clave: *hamburguesa; harina de soya; sustitución parcial; análisis proximal; evaluación sensorial*

ABSTRACT: Partial replacement of meat with plant-based ingredients is an alternative for modifying the composition of meat products without eliminating their traditional matrix. This study aimed to evaluate the effect of incorporating soy flour (*Glycine max*) into beef burgers through physicochemical, sensory and microbiological analyses. Four formulations were prepared: a control without soy flour (C1S1B) and treatments containing 5% (C2S2B), 10% (C3S3B) and 15% (C4S4B), analyzed in triplicate. Moisture, ash, fat, fiber, protein and pH were determined, and the data were processed by analysis of variance and Tukey's test at $\alpha=0.05$. Sensory evaluation was performed by 20 panelists using a five-point hedonic scale for color, odor, flavor and appearance. Increasing soy flour caused significant differences in the physicochemical variables. The 15% treatment contained 3.31% ash, 19.02% fat, 2.41% fiber and 26.71% protein, showing the greatest compositional contribution and the lowest fat content among treatments. However, the highest sensory acceptance was observed for the 10% treatment, with an overall mean score of 4.45/5. This treatment showed 8×10^6 CFU/g of mesophilic aerobes, 3×10^2 CFU/g of *Escherichia coli*, and 8×10^3 CFU/g of *Staphylococcus aureus*, with an absence of *Salmonella* in 25 g values interpreted in the study as compliant with NTE INEN 1338. It is concluded that soy flour significantly modifies the composition of the hamburger and that the 10% level offers the best balance between compositional improvements and acceptability.

Keywords: *beef burger; soy flour; partial replacement; proximate analysis; sensory evaluation*

INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos procesados constituyen una matriz tecnológica susceptible de reformulación mediante la incorporación de ingredientes vegetales que actúan como extensores y modifican su composición. En el caso de la carne picada empleada para la elaboración de hamburguesas, se puede combinar con ingredientes permitidos y condimentos, siempre que el producto cumpla con los requisitos de composición e inocuidad establecidos para su categoría. La incorporación de soya resulta de interés por su contenido de proteína, lípidos, carbohidratos y fibra, además de la diversidad de aplicaciones tecnológicas descritas para esta leguminosa y sus derivados (1-3).

La soya (*Glycine max*) se caracteriza por presentar un elevado contenido de proteína además de aportar fracciones lipídicas y carbohidratos que pueden influir en las propiedades del alimento en el que se incorpora. El uso de harina de soya como sustituto parcial de la carne ha sido evaluado previamente en diferentes productos cárnicos. Odiase et al. (2013) estudiaron la incorporación de harina de soya entera en niveles de 10, 15, 20 y 25 % en albóndigas elaboradas con carne de res, evidenciando que los niveles intermedios de inclusión, particularmente 10 y 15 %, presentaron una mayor aceptación sensorial. De manera similar, Cho et al. (2017) evaluaron la incorporación de 5 % de harina de soya desgrasada con diferentes tamaños de partícula en hamburguesas, analizando sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales; sus resultados

demostraron que el uso de harina superfina permitió mantener una aceptabilidad general comparable con el tratamiento control y disminuir las pérdidas por cocción. Estos antecedentes evidencian el potencial tecnológico de la harina de soya en productos cárnicos y respaldan la necesidad de continuar estudiando niveles de sustitución que permitan conservar la aceptación del producto. En este sentido, resulta pertinente evaluar el uso de harina de soya no texturizada en niveles intermedios de sustitución de carne de res mediante un enfoque integral que considere conjuntamente la composición fisicoquímica, la aceptación sensorial y la calidad microbiológica del producto. En este contexto, las características nutricionales de la harina de soya justifican su evaluación como sustituto parcial de la carne, particularmente por su aporte de proteína y fibra y por su potencial influencia sobre la composición final del producto. La literatura compilada en la investigación también describe a la soya como ingrediente empleado en la elaboración de alimentos con elevado aporte de proteína y en diversas aplicaciones agroindustriales (19,20).

El uso de fuentes proteicas de origen vegetal en productos cárnicos ha sido estudiado con diferentes materias primas. García evaluó harina de quinchoncho en hamburguesas bajas en grasa y reportó modificaciones en la composición y en propiedades tecnológicas del producto (4). Solórzano, estudió la sustitución de carne bovina por proteína vegetal texturizada de soya en un sistema cárnico, encontrando que una sustitución de hasta el 9% podían mejorar la calidad nutricional y conservar una aceptación sensorial adecuada (5). En hamburguesas, Beltrán analizó la sustitución parcial de carne de res por carne de soya y observó que una sustitución del 40% afectan la aceptación de atributos como sabor, olor y color (6). También se han evaluado subproductos de soya, como la okara, en embutidos, con resultados favorables desde el punto de vista nutricional y sensorial (7).

La aceptación del consumidor es un componente crítico en este tipo de reformulaciones. Una mejora composicional no necesariamente se traduce en una mayor preferencia, porque la incorporación de proteínas vegetales puede alterar color, aroma, sabor, textura o apariencia. Estudios con preparaciones a base de soya y otros ingredientes vegetales muestran que la respuesta sensorial depende de la formulación y del nivel de incorporación (8). De forma similar, Lema y Majin evaluaron hamburguesas enriquecidas con proteínas vegetales y evidenciaron que la composición del producto cambia de acuerdo con el porcentaje de sustitución (9). Por esta razón, la selección de un tratamiento debe considerar simultáneamente los resultados fisicoquímicos y la aceptabilidad.

Además de la composición y la respuesta sensorial, la inocuidad microbiológica constituye un requisito indispensable. La NTE INEN 1338 establece criterios aplicables a productos cárnicos crudos y fue utilizada en el estudio original como referencia para interpretar la calidad del producto (10). La evaluación microbiológica del tratamiento sensorialmente preferido incluyó aerobios mesófilos, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* (23), con el propósito de verificar que la formulación seleccionada se mantuviera dentro de los límites considerados en la investigación.

A partir de este marco, el problema central consiste en determinar qué nivel de sustitución con harina de soya permite obtener una hamburguesa con un perfil fisicoquímico favorable y una adecuada aceptación sensorial. La hipótesis experimental establecida fue que la sustitución parcial con harina de soya influye en las propiedades fisicoquímicas de las hamburguesas. En consecuencia, el objetivo de este artículo fue sintetizar y analizar el efecto de tres niveles de sustitución de harina de soya (5%, 10% y 15%), frente a un tratamiento control sin sustitución (0 %), sobre la humedad, cenizas, grasa, fibra, proteína y pH; comparar la aceptabilidad de los tratamientos mediante color, olor, sabor y apariencia; y presentar la condición microbiológica del tratamiento con mayor aceptación sensorial. Esta integración permite identificar tanto el tratamiento con mejor composición nutricional como la formulación con mayor aceptación sensorial, dos criterios que no necesariamente coinciden y que son relevantes para el desarrollo de un producto cárnico reformulado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrolló una investigación experimental con cuatro formulaciones de hamburguesa de res. El tratamiento C1S1B correspondió al control sin harina de soya; C2S2B incorporó 5%; C3S3B, 10%; y C4S4B, 15%. En todas las formulaciones se mantuvo constante un 4,98% de condimentos, distribuido en 2,37% de cebolla en polvo, 0,47% de perejil, 0,23% de pimienta y 1,90% de sal. La proporción de carne fue de 95,01%, 90,26%, 85,02% y 80,02%, respectivamente. Los análisis fisicoquímicos se realizaron por triplicado.

Para cada formulación se elaboraron hamburguesas de 200 g, obtenidas mediante el mezclado homogéneo de carne de res molida, harina de soya y condimentos; posteriormente fueron empacadas en bolsas de polipropileno y almacenadas a 4 °C hasta su análisis. Las determinaciones fisicoquímicas de humedad, cenizas, grasa, fibra, proteína y pH se realizaron por triplicado (n = 3) en cada tratamiento. La evaluación sensorial se efectuó con 20 panelistas mediante una escala hedónica de cinco puntos para color, olor, sabor y apariencia. El análisis microbiológico se aplicó únicamente al tratamiento con mayor aceptación sensorial.

Tabla 1. Formulaciones de hamburguesa con sustitución parcial de harina de soya.

Ingrediente	C1S1B Control	C2S2B 5%	C3S3B 10%	C4S4B 15%
Carne de res (%)	95,01	90,26	85,02	80,02
Harina de soya (%)	0,00	5,00	10,00	15,00
Cebolla en polvo (%)	2,37	2,37	2,37	2,37
Perejil (%)	0,47	0,47	0,47	0,47
Pimienta (%)	0,23	0,23	0,23	0,23
Sal (%)	1,90	1,90	1,90	1,90

Fuente: síntesis de las formulaciones reportadas.

La carne de res se adquirió previamente molida y, junto con la harina de soya y los condimentos, fue sometida a recepción y control de calidad. Los ingredientes se pesaron en una balanza digital ME204 y se mezclaron en una procesadora de alimentos hasta

obtener una masa uniforme. Posteriormente, se formaron manualmente porciones de 200 g utilizando un molde plástico para hamburguesas, se empacaron en bolsas de polipropileno de alta densidad y se almacenaron a 4 °C hasta su análisis. El estudio original no reportó el tamaño de partícula de la carne ni valores específicos de tiempo y temperatura durante el mezclado, por lo que estos parámetros no pudieron ser especificados



Figura 1. Diagrama de flujo de elaboración de hamburguesas con harina de soya.

Para los análisis fisicoquímicos se incluyó: humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra bruta y pH. La humedad se determinó mediante pérdida de masa por calentamiento en estufa, usando el método NTE INEN 0777 y al procedimiento analítico descrito por AOAC (11). Las cenizas obtenidas a 550 ± 10 °C hasta peso constante, según NTE INEN 786; la grasa se determinó por extracción con hexano y evaporación del solvente, siguiendo la normativa NTE INEN 778; la proteína se estimó por determinación de nitrógeno, digestión ácida, alcalinización, destilación y titulación, según NTE INEN 781; la fibra bruta en cambio mediante el método MAL-50/Pearson; y el pH de acuerdo con NTE INEN 783. y todo esto para el producto cárnico se tomó como referencia la NTE INEN 1338 (10), de esta manera todos los análisis se realizan basados normativas y procedimientos vigentes y regularizados.

La evaluación sensorial se realizó con un panel semientrenado de 20 estudiantes de Ingeniería Agroindustrial, quienes habían participado previamente en evaluaciones sensoriales. Cada tratamiento fue valorado en color, olor, sabor y apariencia mediante una escala hedónica de cinco puntos: 1, “me disgusta mucho”; 2, “me disgusta”; 3, “ni me gusta ni me disgusta”; 4, “me gusta”; y 5, “me gusta mucho”. Los resultados se tabularon y representaron mediante un gráfico radial, y la media global de los cuatro atributos se utilizó únicamente como medida descriptiva de aceptación. Se realizó mediante la aleatorización de las muestras con control y balanceo del orden de presentación, cabe recalcar que no se aplicó análisis estadístico inferencial a los datos sensoriales.

Esta evaluación no tuvo como propósito comparar microbiológicamente los tratamientos, sino verificar la calidad microbiológica de la formulación seleccionada es por eso que se aplicó únicamente al tratamiento con mejor evaluación sensorial en donde se analizó aerobios mesófilos mediante NTE INEN 1529-5 (13), *Escherichia coli* mediante AOAC 991.14 con el uso de placas tipo Petrifilm (14), *Staphylococcus aureus* mediante NTE INEN 1529-14 (15) y *Salmonella* mediante NTE INEN 1529-15 (16). El trabajo reportó el uso de placas Nissui Compact Dry Discs. Para el análisis estadístico de las variables fisicoquímicas se utilizaron Microsoft Excel 2019 e InfoStat versión 6.2. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Con respecto al almacenamiento, una vez elaboradas, las hamburguesas se empacaron individualmente en bolsas de polipropileno de alta densidad y se mantuvieron refrigeradas a 4 °C hasta su análisis. Las determinaciones fisicoquímicas y sensoriales se realizaron dentro de las 24 horas posteriores a la elaboración, manteniendo las muestras bajo refrigeración durante este periodo.

RESULTADOS

Los resultados mostraron una respuesta consistente de la composición de las hamburguesas al incremento del porcentaje de harina de soya. En todas las variables fisicoquímicas evaluadas se reportaron diferencias significativas entre tratamientos. Para humedad, fibra, grasa, proteína y pH, el análisis de varianza presentó valores de $p < 0,0001$; para cenizas se obtuvo $p = 0,0002$. En consecuencia, el estudio rechazó la hipótesis nula y aceptó que la sustitución parcial con harina de soya influye significativamente en las propiedades fisicoquímicas del producto.

Los valores obtenidos en los análisis proximales realizados a la carne de res molida que fue utilizada como materia prima en la elaboración de la hamburguesa, presentaron promedios de 58,15% de humedad, en comparación con la humedad presentada en la harina de soya que fue de 4,38%, un resultado esperado debido a que la harina de soya es un producto deshidratado, lo que favorece a su conservación e incorporación en la formulación, en lo que respecta a los valores de ceniza se obtuvo el 2,22% de fracción mineral en la harina de soya, superior al 0,43%, obtenida en la materia prima cárnica, indicando que la soya aporta una mayor cantidad de minerales a la formulación.

En lo que corresponde a los valores de proteína la materia cárnica presentó 21.80% y 1.83% de fibra mientras que la harina de soya presentó 27.01% de proteína y 2.15% de fibra, de esta manera se puede contribuir con un contenido importante de proteína y mejorar el valor de fibra en el producto final, elevando su valor nutricional.

En cuanto al porcentaje de grasa de la carne de res molida fue de 19.10% , mientras que la soya alcanzó un 19.10% , aunque el valor es inferior al de la carne de res si constituye una fuente relevante de grasa desde el punto de vista nutricional, ya que al usarla como ingrediente de sustitución se mantendrá un aporte considerable de grasa en el producto final, Con lo que respecta a los valores de pH no se presenta una mayor diferencia ya que el pH de la matriz cárnica fue de 6.57 y para la harina de soya fue 6.73%, indicando que ambos ingredientes presentan condiciones de acidez similares.

Tabla 2. Medias fisicoquímicas reportadas en las pruebas de Tukey por tratamiento.

Trat.	Humedad %	Cenizas %	Fibra %	Grasa %	Proteína %	pH
C1S1B 0%	64,36	2,53	1,83	27,70	21,80	6,60
C2S2B 5%	60,04	3,09	2,04	23,54	23,41	6,68
C3S3B 10%	56,98	3,22	2,27	19,83	25,27	7,04
C4S4B 15%	55,24	3,31	2,41	19,02	26,71	7,07

ANOVA: humedad, fibra, grasa, proteína y pH, $p < 0,0001$; cenizas, $p = 0,0002$. Medias tomadas de las tablas de Tukey del estudio original.

La humedad presentó una disminución a medida que se incrementó el porcentaje de sustitución en las formulaciones, observándose una reducción en el valor del parámetro entre la muestra control y el 15% de sustitución en 9,12 puntos porcentuales, Este comportamiento fue uno de los cambios más notorios en el producto y puede estar relacionado con el menor contenido de agua que presenta la harina de soya comparación con la materia cárnica.

En cuanto al contenido de cenizas, se observó que este parámetro se va incrementando de forma gradual a medida que se aumentó el porcentaje de sustitución, evidenciándose una diferencia de 0,78 puntos porcentuales entre el control y el 15%, En este caso, la prueba de Tukey separó los cuatro niveles, evidenciando un incremento gradual y significativo. En el resultado del análisis de fibra se evidencia que el valor se incrementó , debido a que la harina de soya tiene mayor contenido de fibra siendo el 0,58 de puntos porcentuales la diferencia entre el control y la formulación del 15%.

Los valores del contenido de grasa indicaron una disminución en 8,68 puntos porcentuales entre el tratamiento de control y tratamiento del 15%, este resultado puede estar relacionado con el menor contenido de grasa de la harina de soya en comparación con la mezcla cárnica. La proteína es uno de los parámetros de mayor interés y relevancia ya que contribuye al valor nutricional del producto y también participa en las características tecnológicas como es la retención de agua y la formación de la estructura durante el procesamiento, por lo que pasar de 21,80% en la muestra control a 26,71% en la sustitución del 15% representa un 22,5% aproximadamente de incremento relativo con respecto al valor inicial.

Considerando en conjunto las variables fisicoquímicas, C4S4B presentó 3,31% de cenizas, 19,02% de grasa, 2,41% de fibra y 26,71% de proteína. Por estas características, el estudio original lo identificó como el mejor tratamiento desde el punto de vista del aporte nutricional y composicional. No obstante, la respuesta sensorial mostró un patrón diferente. El control obtuvo calificaciones promedio de 4,0 en color, 4,2 en olor, 4,2 en sabor y 4,0 en apariencia, con una media global descriptiva de 4,10/5. C2S2B alcanzó 3,6 en color, 4,4 en olor, 4,8 en sabor y 4,2 en apariencia, equivalente a 4,25/5. C3S3B obtuvo 4,2 en color, 4,8 en olor, 4,6 en sabor y 4,2 en apariencia, alcanzando la mayor media global, 4,45/5. C4S4B presentó 3,8 en color, 4,0 en olor, 4,0 en sabor y 3,8 en apariencia, con una media de 3,90/5.

Tabla 3. Evaluación sensorial descriptiva de las cuatro formulaciones.

Trat.	Color	Olor	Sabor	Apariencia	Media
C1S1B 0%	4,0	4,2	4,2	4,0	4,10
C2S2B 5%	3,6	4,4	4,8	4,2	4,25
C3S3B 10%	4,2	4,8	4,6	4,2	4,45
C4S4B 15%	3,8	4,0	4,0	3,8	3,90

Nota. Escala hedónica de 1 a 5. La media global se calculó a partir de los cuatro atributos como síntesis descriptiva.

Estos datos muestran que la máxima incorporación de soya no coincidió con la máxima aceptación sensorial. Aunque C4S4B fue superior en proteína y fibra y registró la menor grasa, su valoración sensorial fue inferior a la de C2S2B y C3S3B, e incluso ligeramente menor que la del control. La formulación con 10% logró las mejores valoraciones combinadas, especialmente en olor, con 4,8/5, y sabor, con 4,6/5. En la interpretación del trabajo, este resultado convirtió a C3S3B en el tratamiento sensorialmente preferido.

El análisis microbiológico se realizó exclusivamente en C3S3B por ser el tratamiento con mayor aceptación. Se reportaron 8×10^6 UFC/g de aerobios mesófilos, 3×10^2 UFC/g de *Escherichia coli* y 8×10^3 UFC/g de *Staphylococcus aureus*; *Salmonella* estuvo ausente en 25 g. El estudio comparó estos valores con los intervalos utilizados para interpretar la NTE INEN 1338 y concluyó que el tratamiento se encontraba dentro de los límites permitidos. Por tanto, la formulación seleccionada sensorialmente también presentó una condición microbiológica considerada aceptable dentro del marco de la investigación.

Tabla 4. Resultados microbiológicos del tratamiento C3S3B (10% de harina de soya).

Análisis	Unidad	Mínimo reportado	Máximo reportado	Resultado
Aerobios mesófilos	UFC/g	$1,0 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$	8×10^6
<i>Escherichia coli</i>	UFC/g	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	3×10^2
<i>Staphylococcus aureus</i>	UFC/g	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	8×10^3
<i>Salmonella</i>	en 25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Nota: interpretación de resultados como conformes con la NTE INEN 1338.

La integración de resultados permite diferenciar dos criterios de selección. Si el objetivo se concentra en maximizar proteína y fibra y reducir grasa, el tratamiento C4S4B, con 15% de harina de soya, mostró la respuesta más favorable. Si se considera simultáneamente la aceptación sensorial, C3S3B, con 10%, presentó un mejor balance: su proteína fue 25,27%, su fibra 2,27% y su grasa 19,83%, valores claramente mejorados frente al control, mientras que su media sensorial global fue la más alta. Esta diferencia entre desempeño composicional y preferencia sensorial es el hallazgo central del estudio y sustenta la necesidad de valorar ambos componentes al seleccionar el nivel de sustitución.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos proporcionan evidencia relevante sobre el potencial de la harina de soya como sustituto parcial de carne de res en hamburguesas, particularmente al identificar una tendencia favorable de aceptación para la formulación con 10 %. No obstante, la evaluación sensorial se analizó de forma descriptiva, por lo que las diferencias observadas representan tendencias de preferencia y no una superioridad estadísticamente demostrada. Asimismo, el análisis microbiológico se realizó únicamente en la formulación de mayor aceptación con el propósito de verificar su condición higiénico-sanitaria. Si bien este enfoque no permite establecer comparaciones microbiológicas entre tratamientos, permitió complementar la evaluación de la formulación seleccionada y aportar evidencia preliminar para posteriores estudios de validación.

Es claro que las principales diferencias entre estudios se basan en parámetros como las matrices, materias primas y porcentajes de sustitución; no obstante, los antecedentes respaldan que la incorporación de ingredientes vegetales modifica de forma positiva la composición de productos cárnicos.

Los cambios en la composición de las hamburguesas evidencian el efecto de la harina de soya sobre la matriz cárnica. El incremento de proteína y fibra puede atribuirse a la composición propia de esta leguminosa y coincide con lo señalado por Gallegos, Ridner y Riaz sobre su aporte nutricional y potencial como ingrediente en alimentos (1,2,18). A su vez, la disminución de grasa y humedad sugiere que la sustitución parcial de carne modificó el equilibrio de los componentes de la formulación, comportamiento similar al descrito en productos cárnicos elaborados con extensores vegetales (4,9). En conjunto, estos resultados respaldan el potencial de la harina de soya como ingrediente para la reformulación de productos cárnicos, aunque su incorporación debe equilibrarse con las características sensoriales del producto.

Solórzano denota que un nivel intermedio de proteína vegetal texturizada brinda una respuesta sensorial favorable a formulaciones superiores o inferiores de los porcentajes tratados (5). En conjunto, los datos indican la existencia de un punto de equilibrio entre dos aspectos de importancia: la mejora en la composición y la intensidad con las que se presencia las características sensoriales una vez adicionada la soya.

El resultado microbiológico de C3S3B fue interpretado en la investigación como conforme con la NTE INEN 1338 (10). La ausencia de Salmonella y los recuentos

reportados para aerobios mesófilos, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* respaldaron la selección del tratamiento desde la perspectiva de inocuidad. Sin embargo, la evaluación microbiológica se efectuó únicamente en el tratamiento sensorialmente preferido, por lo que los datos no permiten comparar el efecto del porcentaje de harina de soya sobre la carga microbiana de las cuatro formulaciones.

Es necesario considerar que la evaluación sensorial es descriptiva es decir mediante el uso de promedios y gráficos radiales se muestra los datos obtenidos, en donde no se reporta una prueba inferencial de diferencias de aceptación significativas. Esta limitación no fue un obstáculo para la preferencia observada por C3S3B, pero sí restringe el alcance de la conclusión a nivel sensorial. Así también, el estudio se concentró en composición proximal, pH, aceptación y microbiología del tratamiento seleccionado; no se hizo parte a las mediciones instrumentales de textura, rendimiento de cocción o estabilidad durante almacenamiento del producto. En futuras evaluaciones, estas variables permitirían caracterizar con mayor profundidad la factibilidad tecnológica de la formulación.

En conjunto, los resultados evidencian una relación clara entre el nivel de sustitución y las propiedades composicionales de las hamburguesas, acompañada de una respuesta sensorial favorable en niveles intermedios. Mientras una mayor incorporación de harina de soya favoreció los cambios fisicoquímicos, el tratamiento intermedio mostró el mejor equilibrio entre aporte nutricional y aceptación sensorial. Estos hallazgos respaldan su potencial como una formulación viable para futuros estudios de validación y desarrollo.

CONCLUSIONES

La sustitución parcial de carne de res por harina de soya modificó significativamente las propiedades fisicoquímicas de las hamburguesas. Al aumentar la incorporación desde 0 hasta 15%, la humedad disminuyó de 64,36% a 55,24% y la grasa de 27,70% a 19,02%, mientras que la fibra aumentó de 1,83% a 2,41% y la proteína de 21,80% a 26,71%. El tratamiento C4S4B, con 15% de harina de soya, presentó el mayor aporte composicional de acuerdo con los criterios considerados en la investigación.

La respuesta sensorial evidenció que una mayor sustitución de carne por harina de soya no implicó necesariamente una mayor aceptación. El tratamiento con 10 % de sustitución presentó la mejor valoración global (4,45/5), con una respuesta favorable en color, olor, sabor y apariencia, lo que permitió identificarlo como la formulación con mejor equilibrio sensorial. Asimismo, este tratamiento fue sometido a evaluación microbiológica y sus resultados fueron interpretados conforme a los criterios establecidos en la NTE INEN 1338, destacándose la ausencia de *Salmonella* en 25 g de muestra.

En conjunto, los resultados evidencian que la incorporación de harina de soya constituye una alternativa viable para la sustitución parcial de carne de res en hamburguesas. El tratamiento con 10 % presentó el mejor equilibrio entre composición y aceptación sensorial, mientras que el 15 % mostró el mayor aporte composicional. Estos hallazgos sustentan el potencial tecnológico de la harina de soya en la reformulación de productos cárnicos. Futuros estudios podrán ampliar estos resultados mediante análisis inferencial

sensorial, evaluación de textura, rendimiento de cocción, estabilidad durante el almacenamiento y caracterización microbiológica de todas las formulaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ridner E. Soja: propiedades nutricionales y su impacto en la salud. Buenos Aires: Grupo QSA; 2006. Disponible en: <http://www.sanutricion.org.ar/files/upload/files/soja.pdf>
2. Riaz MN. Soy Applications in Food. Boca Ratón: CRC Taylor & Francis Group; 2006.
3. Bainy EM, Tosh SM, Corredig M, Poysa V, Woodrow L. Varietal differences of carbohydrates in deffated soybean flour and soy protein isolate byproducts. Carbohydrate Polymers. 2008;72:664-672.
4. García O. Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor. UCLA; 2012. <https://www.redalyc.org/pdf/959/95925106002.pdf>
5. Solórzano W. Sustitución de la carne de bovino por proteína vegetal texturizada de soja en un sistema cárnico tipo pastel mexicano (trabajo de titulación). ESPOCH; 2016.
6. Beltrán C. Evaluación sensorial de hamburguesa, utilizando carne de soja como sustituto parcial de carne de res (trabajo de titulación). UTM; 2014. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1600/7/CD00011- TESIS.pdf>
7. Carillo M. Utilización de okara de soja en un embutido cárnico de pollo (tesis de grado). USFQ; 2012. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2195/1/104378.pdf>
8. Criollo F. Utilización de soja y quinua en la elaboración de preparaciones gourmet 2010 (proyecto de titulación). ESPOCH; 2010. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2320/1/84T00071.pdf>
9. Lema C, Majin M. Elaboración de tortas de carne para hamburguesa enriquecidas con diferentes porcentajes de proteínas vegetales: soja texturizada, quinua y amaranto; conservadas a diferentes temperaturas (tesis). Universidad Estatal de Bolívar; 2010. <http://dspace.ueB.edu.ec/bitstream/123456789/905/1/044.pdf>
10. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1338. 2012. <https://archive.org/details/ec.nte.1338.2012>
11. AOAC. Métodos de análisis. 1977. <http://www.usc.es/caa/MetAnalisisStgo1/derivados%20de%20cereales.pdf>
12. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1217. 2006. <https://archive.org/stream/ec.nte.1217.2006#mode/2up>
13. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1529-5. 2006. <https://archive.org/stream/ec.nte.1529.5.2006#page/n1/mode/2up>
14. 3M. Placas Petrifilm para el recuento de E. coli/coliformes. 2006. <https://multimedia.3m.com/mws/media/4449500/3m-petrifilm-e-coli-coliform-count-plate-interpretation-guide-spanish.pdf>
15. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1529-14. 1998. <https://archive.org/details/ec.nte.1529.14.1998/page/n1/mode/2up>
16. Instituto Ecuatoriano de Normalización. NTE INEN 1529-15. 1994.

17. Valdiviezo V. Estudio del efecto de diferentes niveles de carragenato en la jugosidad de la hamburguesa de carne de res (trabajo de titulación). ESPOCH; 2010. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1683/1/84T00048.pdf>
18. Gallegos R. Determinación proximal de los principales componentes de seis leguminosas (disertación). PUCE; 2013. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7111/4.7.001037.pdf>
19. Pérez S. Estudio monográfico sobre bebidas con alto contenido proteico a base de soya (tesis de maestría). FUNIBER; 2015. Disponible en: <https://www.slideshare.net/funiber/funiber-sergio-enrique-prez-estudio-monografico-sobre-bebidas-con-alto-contenido-proteico-a-base-de-soya>
20. Guzmán E. Obtención de una bebida proteica a base de soya (Glycine max) y naranjilla (Solanum quitoense) (proyecto de titulación). Escuela Politécnica Nacional; 2018. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19333/1/CD-8705.pdf>
21. Ludeña B. Isoflavonas en soja, contenido de daidzeína y genisteína y su importancia biológica. 2007. <https://www.redalyc.org/pdf/651/65111118009.pdf>
22. González N. Isoflavonas de soya y evidencias sobre la protección cardiovascular. 2013. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000600007
23. Ayabaca E. Análisis proximal del agregado de soya en polvo (glycine max) a carne molida para la elaboración de hamburguesas. 2020. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7249>