

# ATRIBUTOS SENSORIALES Y QUÍMICOS DE UN PRODUCTO CÁRNICO LIGERO FORMULADO CON FIBRA SOLUBLE DE AVENA

## Sensorial and Chemical Attributes of a Light Meat Product Formulated with Oat's Soluble Fiber

*María Patricia Piñero C.<sup>1</sup>, Mary Ann Ferrer M.<sup>1</sup>, Lilia Arenas de Moreno<sup>2</sup>, Nelson Huerta-Leidenz<sup>2</sup>, Katynna C. Parra Q.<sup>1</sup> y Sylvia Araujo de R.<sup>1</sup>.*

<sup>1</sup>Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición (LIDN), Facultad de Medicina, Universidad del Zulia, Apartado 15165.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia.

Maracaibo, Edo. Zulia. Venezuela. E-mail: mpiñero@luz.edu.ve

### RESUMEN

Se formularon un total de 720 unidades de un producto cárnico tipo "carne para hamburguesa" con distintos niveles de una fibra soluble derivada de la avena, (A= 9,58%; B = 13,45% y C = 17,35%) como un sustituto de grasa, para seleccionar la más adecuada en características sensoriales y químicas. A las formulaciones crudas y cocidas se les determinó el contenido de humedad, sólidos totales, proteínas, cenizas, grasa y colesterol. El "nivel de agrado" de color, apariencia, jugosidad, blandura y sabor de las muestras fue evaluado por 92 consumidores no entrenados que utilizaron escalas hedónicas de nueve puntos. La adición creciente del derivado de avena aumentó ( $P < 0,05$ ), proporcionalmente el contenido de humedad (69,5 a 73,5%) y disminuyó ( $P < 0,05$ ) el tenor de grasa, hasta niveles (9,92% a 5,05%) que permitían declarar este producto como "bajo en grasa". El contenido de colesterol (76,2 a 82,6 mg/100 g de muestra húmeda) no varió ( $P > 0,05$ ) entre formulaciones. En todos los tratamientos la proporción de grasa disminuyó con la cocción ( $P < 0,05$ ). Los consumidores no diferenciaron entre el color, apariencia, jugosidad y blandura de las formulaciones A y B. Con base en sus características químicas y sensoriales, la formulación B resultó la más adecuada para la elaboración de este tipo de producto cárnico "bajo en grasa".

**Palabras clave:** Carne para hamburguesa "baja en grasa", características químicas, características sensoriales, fibra soluble de avena.

### ABSTRACT

In order to select the most adequate in terms of chemical and sensorial traits, a total of 720 beef patties was formulated with three oat's soluble fiber levels (A= 9.58%; B = 13.45% y C = 17.35%) as a fat substitute. Moisture, total solids, protein, ash, fat and cholesterol contents were determined on dry and fresh weight basis in raw and cooked samples. Cooked samples were evaluated for likeness of color, appearance, juiciness, softness and taste by a panel composed by 92 non-trained consumers, using 9-point hedonic scales. The increasingly addition of the oat's soluble fiber elevated proportionally ( $P < 0.05$ ) the moisture content (69.5 to 73.5%) and decreased ( $P < 0.05$ ) the fat content up down to the levels (9.92% to 5.05%) required to be claimed as "low fat" products. Cholesterol contents (76.2 to 82.6 mg/100 g of fresh sample) did not differ ( $P > 0.05$ ) among formulations. In all treatments the fat content decreased by cooking ( $P < 0.05$ ). Consumers did not find ( $P > 0.05$ ) differences between A and B formulations in likeness for color, appearance, juiciness or softness. Based on their chemical and sensorial characteristics the B formulation was selected as the most adequate for elaborating this kind of low-fat-meat products.

**Key words:** Low-fat meat for hamburger, chemical characteristics, sensory characteristics, oat's soluble fiber.

### INTRODUCCIÓN

La relación entre el consumo de grasa y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, ha generado que organizaciones internacionales, como la American Dietetics Association (ADA) [1] y la Organización Mundial para la Salud (OMS) [34],

hayan modificado las recomendaciones dietéticas en la ingesta de grasa a menos del 30% de la ingesta calórica total y de colesterol en menos de 300 mg/día.

Otras instituciones como el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) [32] han promovido el consumo de productos cárnicos “bajos en grasa” como las carnes para hamburguesas con menos de 10% de grasa. Sin embargo, sus fabricantes han encontrado que la disminución drástica del contenido de grasa, altera sus características sensoriales y químicas, lo cual genera problemas de aceptabilidad por parte del consumidor [18].

Con el propósito de retener los atributos sensoriales en este tipo de producto cárnico, se ha intentado sustituir la grasa por ingredientes no cárnicos (ligantes). La fibra soluble de avena, ha sido aprobada por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) [1] como beneficiosa para la salud, por estar asociada con la reducción del riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares [4, 35, 36].

A pesar de la existencia de productos cárnicos regularizados denominados “ligeros” y/o “reducidos en grasa”, en el ámbito latinoamericano no se dispone de suficiente literatura científica que aborde la calidad nutricional y sensorial de los mismos. A la fecha, tampoco se hallaron estudios en la región sobre elaboración de este tipo de producto cárnico con sustitución parcial de la grasa con fibra soluble de avena. Por lo anteriormente expuesto, en este trabajo se planteó como objetivo evaluar las características sensoriales y químicas de tres formulaciones de un producto cárnico tipo “carne para hamburguesa bajo en grasa”, elaborado con diferentes proporciones de una fibra soluble de avena, con el fin de seleccionar el de mejores atributos químico y sensoriales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del experimento

La fabricación del producto cárnico ligero se llevó a cabo a escala semi-industrial, en el Centro Cárnico del Parque Tecnológico Universitario (PTU) de la Universidad del Zulia, en la ciudad de Maracaibo, Venezuela. Se formularon “carnes para hamburguesas” con tres proporciones de fibra soluble de avena utilizada como ligante (A= 9,58%; B= 13,45%; C= 17,35%). Se elaboraron 4 lotes de 60 carnes para hamburguesas por cada formulación, comprendidos en dos turnos (mañana y tarde) cada 15 días. Este tiempo se tomó por el promedio de permanencia de las hamburguesas en los mercados de la localidad [22]. El análisis químico se efectuó en las muestras crudas y cocidas. La evaluación sensorial se efectuó solo en las cocidas.

### Obtención de la materia prima

El corte cárnico comercial utilizado, fue el conocido localmente como “solomo abierto”. La carne fue suministrada por un matadero de la localidad, dos días antes de la elabora-

ción del producto, conservada en una cámara frigorífica a  $-8^{\circ}\text{C}$  por 1 día y descongelada a  $5^{\circ}\text{C}$  durante 24 h, desprovista de tejido conectivo y grasa subcutánea visible, antes de la molienda. La grasa de res (tejido adiposo subcutáneo) la suministró el PTU y se mantuvo congelada durante 2 días.

La fibra soluble de avena (ligante) utilizada fue un concentrado de  $\beta$ -glucano proporcionado por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Este se preparó al 25% en agua destilada, para obtener un gel que sustituía a la grasa en una proporción peso/peso. El resto de los ingredientes (agua, orégano, pimienta, curry, ajo, fécula de papa, azúcar y sal), fueron suministrados por el PTU.

### Formulación y fabricación de las carnes para hamburguesas

La TABLA I, muestra las proporciones de materias primas e ingredientes utilizados en las diferentes formulaciones.

La carne y la grasa se molieron en un molino industrial (Fatosa, modelo #527-P-114) con platillo de 10 mm, y se mezclaron con el gel de  $\beta$ -glucano, utilizando una mezcladora (Fatosa, modelo #2174, RM-90), durante 2 min. Posteriormente, se añadieron los condimentos en forma de salmuera mantenida a  $4^{\circ}\text{C}$ , siendo mezclados continuamente durante 8 min. Transcurrido este lapso, la mezcla se volvió a moler con platillo de 6 mm.

De la mezcla final, se pesaron porciones aproximadas de 110 g, en una balanza digital (CAS-AD<sup>®</sup>, modelo # 150-AS). Se moldearon tortas de 10 cm de diámetro y 1,10 cm de grosor. Las tortas se colocaron en bandejas de poliuretano en grupos de 4 unidades, separadas con papel parafinado. Luego, se envolvieron con polietileno permeable a los gases, para ser almacenadas en congelación a  $-8^{\circ}\text{C}$  durante 15 días (FIG. 1).

### Método de cocción

Las carnes para hamburguesas, previamente descongeladas a  $5^{\circ}\text{C}$  por 12 h, se cocinaron siguiendo la metodología descrita por la American Meat Science Association (AMSA) [2], en una plancha de teflón sobre una cocina eléctrica (Sueco<sup>®</sup>, modelo # 0624 614), hasta completar un tiempo total de cocción de 7 min. La temperatura interna final fue de  $71^{\circ}\text{C}$ , determinada mediante una termocupla digital (marca KOCH, de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $150^{\circ}\text{C}$ ), correspondiendo al término de cocción “Bien cocida”.

### Análisis químico

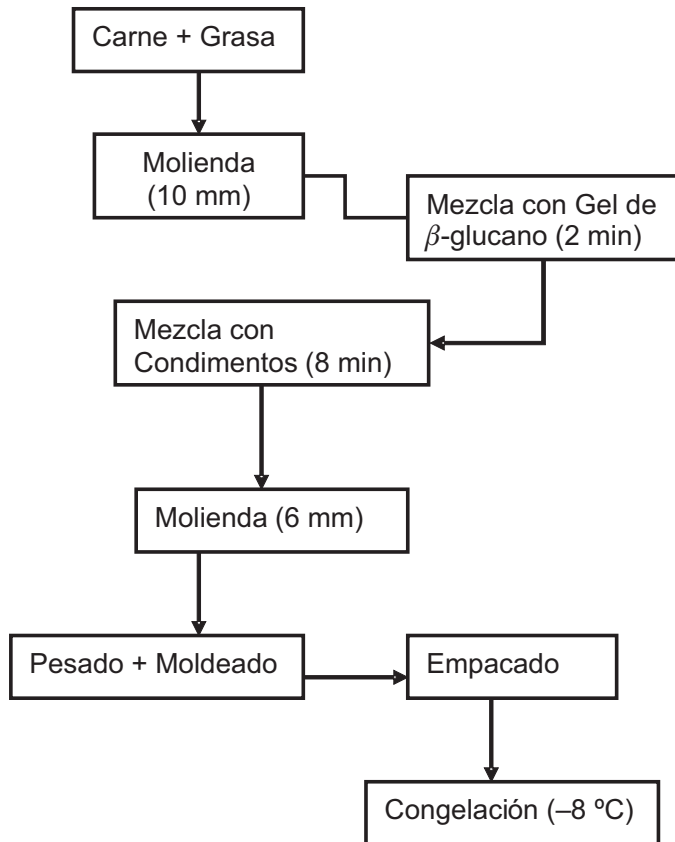
Se seleccionaron al azar 6 unidades crudas y 6 cocidas por tratamiento en cada lote, para completar un total de 48 muestras para cada tratamiento (24 crudas; 24 cocidas).

Las muestras se homogeneizaron en un procesador de alimentos (Picadora Moulinex) durante tres min, y luego se conservaron dentro de bolsas impermeables, a  $-8^{\circ}\text{C}$  hasta su análisis.

**TABLA I**  
**INGREDIENTES UTILIZADOS EN LA FORMULACIÓN DE LAS CARNES PARA HAMBURGUESAS “BAJAS EN GRASA”**

Ingrediente*	Formulación		
	A	B	C
Carne	67,22	67,22	67,22
Grasa	9,66	5,77	1,87
Agua	8,70	8,70	8,70
Sal	1,30	1,30	1,30
Azúcar	0,70	0,70	0,70
Ajo	0,40	0,40	0,40
Orégano	0,20	0,20	0,20
Pimienta	0,07	0,07	0,07
Curry	0,07	0,07	0,07
Almidón	1,90	1,90	1,90
Fibra soluble de avena (en gel al 25%)	9,58	13,45	17,35

\*: Valores expresados en g/100g de mezcla.



**FIGURA 1. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS CARNES PARA HAMBURGUESAS.**

El contenido de humedad se determinó según el método gravimétrico directo de la AOAC en estufa convencional (Marca Lab-line Instruments, INC Modelo # 3516 M), y sólidos totales por diferencia; las cenizas se obtuvieron por incineración de la muestra en mufla a  $500 \pm 10^\circ\text{C}$  (modelo LINBERG, SIB. 59344). Para la determinación de proteína total, se utilizó el método Macro de Kjeldahl de la AOAC [3]. Para la determinación de lípidos, se siguió el procedimiento de Folch [11]. El contenido de colesterol se determinó por el método colorimétrico de Searcy y Bergquist, descrito por Rhee y col. [25] con algunas modificaciones.

**Evaluación sensorial**

Se seleccionaron al azar 10 unidades de cada lote, codificando cada una con tres dígitos diferentes, mediante una tabla de números aleatorios [23]. Un panel de 92 consumidores voluntarios manifestó su “nivel de agrado” por color, apariencia, jugosidad, blandura y sabor de las muestras cocidas, utilizando escala hedónica modificada, no estructurada, de nueve (9) puntos. El panel de catadores, estuvo conformado por estudiantes, personal docente, obrero y administrativo de ambos sexos, de la Facultad de Medicina, de la Universidad del Zulia.

Las muestras se cocinaron 1 h antes de realizar la prueba. Las muestras cocidas fueron seccionadas en 8 porciones [2] que fueron cubiertas con papel aluminio para mantener su temperatura a  $35^\circ\text{C}$ . Aquellas porciones que se sentían frías al tacto, se calentaban en horno microondas (Daewoo®, modelo KOR 611Q), durante 1 min, antes de ser servidas [23]. La prueba sensorial constó de dos etapas. En la primera, se evaluó el color, apariencia y blandura, y en la segunda, se valoró el sabor y la jugosidad de cada formulación. Las porciones se sirvieron con agua mineral como neutralizante entre muestra y muestra.

## Análisis estadístico

Se aplicó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, con un arreglo factorial de 3 (formulaciones) × 4 (lotes de fabricación) × 2 (turnos). Se evaluaron los efectos independientes de formulación, cocción, lote, turno y las interacciones respectivas, sobre las características químicas. Los análisis de varianza (ANOVA) se efectuaron con el paquete estadístico SAS del Statistical Analysis System [26]. Cuando se detectó significancia ( $P < 0,05$ ) de los efectos principales en ANOVA, las medias se separaron con la prueba de Tukey [26]. Ante la presencia de interacciones significativas ( $P < 0,05$ ) se aplicó el procedimiento de separación de medias-mínimo cuadráticas (LSMEANS) del SAS [26]. La variación de las características sensoriales se evaluó mediante una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis). Para el grado de asociación entre variables, se utilizó el coeficiente de correlación lineal de Pearson (entre variables químicas) y Spearman (entre variables sensoriales).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto de la formulación sobre las características químicas de las carnes para hamburguesas

El contenido de humedad, sólidos totales y grasa de las hamburguesas crudas y cocidas, se vio afectado significativamente por la adición de la fibra soluble de avena ( $P < 0,01$ ), tal como se presenta en la TABLA II.

La proporción de grasa en las tres formulaciones osciló entre 5,05 y 9,92%. Este bajo tenor graso permitiría clasificarlas como "bajas en grasa" ( $\leq 10\%$ ), según el USDA [32] y es cercano al valor deseable (8%) planteado por Troy y col. [31], para mantener las características sensoriales en este tipo de producto.

La disminución de sólidos totales se podría explicar por el alto grado de asociación con la grasa ( $r=0,8635$ ;  $P < 0,0001$ ), la cual se redujo con el aumento en la proporción de la fibra de avena ( $P < 0,05$ ). Lo inverso fue observado para el contenido de humedad ( $r = -0,8635$ ;  $P < 0,0001$ ). Otros investigadores han señalado resultados similares, al utilizar diferentes ligantes [10, 20, 21, 27, 31].

Las diferentes formulaciones, diseñadas con cantidades constantes de carne de res, resultaron isoproteicas, según lo demuestra la ausencia de variación en contenido proteico ( $P > 0,05$ ). El rango de valores de proteína cruda (12,9%-13,7%) encontrado en este estudio, coincide con los valores reportados por Miller y col. [21] en carne para hamburguesas bajas en grasa, con adición de agua y polifosfatos. Obviamente, resulta menor a los valores reportados por otros experimentos [8, 31] que utilizaron ligantes de origen proteico. Valores por encima del 20% de proteína se han observado al añadir una mayor proporción de carne (c.a. 90%) en las formulaciones [7, 10, 13, 20, 29].

En cuanto a cenizas, los esfuerzos por estandarizar la adición de carne y condimentos en todas las formulaciones, no lograron uniformar este contenido, resultando significativamente menor ( $P < 0,05$ ) en la formulación B.

El nivel de sustitución de grasa por la fibra de avena, no afectó el contenido de colesterol ( $P > 0,05$ ). Otros autores tampoco han encontrado asociación entre diferentes proporciones de grasa y el colesterol en hamburguesas [13]. Sin embargo, dos investigaciones [20, 24] coinciden reportando una disminución en el contenido de colesterol ( $P < 0,05$ ) al aumentar la proporción del ligante. Resultados similares se han encontrado al cambiar los niveles (9 a 30%) de grasa en carnes para hamburguesas sin ligantes [17, 26].

**TABLA II**  
**MEDIAS ARITMÉTICAS ± DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LOS COMPONENTES QUÍMICOS EN CARNE PARA HAMBURGUESAS DE RES, CRUDAS Y COCIDAS, ELABORADAS CON UNA FIBRA SOLUBLE DE AVENA**

Componente*	Formulación/Estado de cocción					
	A		B		C	
	Crudo (n=24)	Cocido (n=24)	Crudo (n=24)	Cocido (n=24)	Crudo (n=24)	Cocido (n=24)
Humedad	69,51 ± 1,91 c/f	63,78 ± 78 c/g	71,94 ± 1,77 d/f	65,20 ± 3,00 d/g	73,59 ± 1,91 e/f	68,52 ± 1,55 e/g
Sólidos totales	30,48 ± 1,91 c/f	36,17 ± 1,29 c/g	28,05 ± 1,77 d/f	34,79 ± 3,00 d/g	26,40 ± 1,91 e/f	31,47 ± 1,55 e/g
Grasa	9,92 ± 2,21 c/f	9,41 ± 1,07 c/g	7,56 ± 1,48 d/f	7,31 ± 0,58 d/f	5,14 ± 1,18 e/f	5,05 ± 0,77 e/f
Proteína	13,15 ± 1,06 c/f	18,37 ± 2,56 c/g	12,92 ± 1,15 c/f	17,43 ± 1,62 d/g	13,75 ± 1,48 c/f	17,34 ± 1,96 d/g
Cenizas	1,86 ± 0,08 c/f	2,34 ± 0,08 c/g	1,78 ± 0,11 d/f	2,33 ± 0,12 c/g	1,87 ± 0,06 c/f	2,33 ± 0,28 c/g
Colesterol **	80,94 ± 12,03 c/f	88,35 ± 13,63 c/f	82,65 ± 14,71 c/f	85,06 ± 14,33 c/f	76,28 ± 10,13 c/f	83,39 ± 10,18 c/g

\*: Componentes expresados en g/100 g de muestra húmeda. \*\*: mg/100 g de muestra.

A: Carne para hamburguesa baja en grasa con 9,58% de fibra de avena.

B: Carne para hamburguesa baja en grasa con 13,45% de fibra de avena.

C: Carne para hamburguesa baja en grasa con 17,35% de fibra de avena.

c, d, e: Valores diferentes para distintas concentraciones de fibra soluble de avena en un mismo estado de cocción son diferentes ( $P < 0,05$ ).

f, g: Valores con letras diferentes para distintos estados de cocción en una misma concentración de fibra soluble de avena son diferentes ( $P < 0,05$ ).

### Efecto de cocción sobre las características químicas de las carnes para hamburguesas

En la TABLA II se muestran las medias para componentes químicos. La cocción produjo los cambios importantes esperados en la composición química de las carnes para hamburguesas. Así, se observó una concentración de sólidos totales en las muestras cocidas ( $P < 0,05$ ), lógicamente relacionada con la pérdida de humedad durante la cocción. Las investigaciones de Taki y col. [27] y Egbert y col. [10], arrojaron pérdidas de humedad por la cocción similares a las encontradas en este estudio (c.a. 8%). Otros autores [20, 31] han reportado pérdidas superiores (12 y 20%), en este tipo de producto formulados con ligantes; pero sin ligantes, las hamburguesas "bajas en grasa", exhiben pérdidas mayores, en el orden de 20% [9] ó 40% [19].

El  $\beta$ -glucano, por su condición de fibra soluble, es capaz de formar una malla tridimensional resistente que liga no sólo la grasa incorporada, sino también el agua que se añade a la formulación, evitando así, pérdidas importantes durante la cocción [12, 15, 16, 27, 33].

El ANOVA reveló que el contenido de grasa de las carnes cocidas, disminuyó ( $P < 0,05$ ) en el tratamiento "A", el de mayor contenido graso, posiblemente debido a la menor estabilidad de la grasa dentro de la matriz proteica cuando se eleva su contenido en el producto cárnico [28]. Este hallazgo contradice a Mansour y col. [20] y Troy y col. [31], al indicar incrementos ( $P < 0,05$ ) del tenor graso al cocinar carnes para hamburguesas "bajas en grasa". Esos mismos autores reportaron mayores pérdidas de humedad durante la cocción, lo cual podría explicar la mayor concentración de grasas en estas formulaciones.

La variación ( $P < 0,05$ ) entre formulaciones para el contenido proteico, coincide con otras experiencias utilizando ligantes para sustituir grasa en carnes para hamburguesas [10,

20, 21, 31]. Algunos autores [7, 29] señalan que la evaporación del agua y la fusión de la grasa durante la cocción, pueden reducir significativamente el peso inicial (crudo) de estos productos, aumentando la concentración de proteína en el producto cocido. Esto también permite explicar la concentración creciente y significativa ( $P < 0,05$ ) de cenizas, al ir sustituyendo progresivamente la grasa en los tres tratamientos (TABLA II).

El contenido de colesterol se fue incrementando durante la cocción; sin embargo, su mayor concentración sólo resultó significativa en el tratamiento "C" ( $P < 0,05$ ).

### Evaluación de las características sensoriales en las carnes para hamburguesas bajas en grasa

En la TABLA III se muestran las medias para nivel de agrado de atributos sensoriales. Se encontró que el "nivel de agrado" por la jugosidad de las carnes para hamburguesas A y B fue similar ( $P > 0,05$ ). Muchos autores coinciden al afirmar que las hamburguesas con mayor proporción de grasa, resultan más jugosas que aquellas de mayor magrez, ya que la grasa aporta jugosidad a estos productos [5, 6, 10, 29, 30]. Este último hallazgo coincide con el de Mansour y col. [20], quienes utilizando diferentes niveles de fibra de trigo como sustitutos de grasa, tampoco encontraron diferencias significativas en la jugosidad de diferentes carnes para hamburguesas "bajas en grasa" (4 a 12%). El ligante juega un papel importante en este aspecto. Aunque se haya observado [8], una mayor jugosidad en hamburguesas "bajas en grasa" al incrementar la proporción de almidón de yuca; también se ha reportado [14] una disminución en la jugosidad de aquellas sustituidas con almidón de papa pre-gelatinizado.

Si bien el sabor resultó "agradable" para las tres formulaciones, éste fue percibido significativamente superior ( $P < 0,05$ ) en las carnes con mayor contenido de grasa (TABLA III),

TABLA III

#### MEDIAS DE LA SUMATORIA DE RANGOS\* PARA LOS ATRIBUTOS SENSORIALES EN CARNES PARA HAMBURGUESAS BAJAS EN GRASA, ELABORADAS CON UNA FIBRA SOLUBLE DE AVENA

Característica	Formulación		
	A (n=92)	B (n=92)	C (n=92)
Color	135,9 (3,93)	130,9 (3,66)	148,6 (4,40)
Apariencia	129,8 (3,76)	137,1 (3,3)	148,4 (4,47)
Blandura	131,9 (3,28)	148,4 (3,73)	135,2 (3,40)
Jugosidad	122,5 (3,10) <sup>b</sup>	141,4 (3,96) <sup>b,c</sup>	150,6 (4,27) <sup>c</sup>
Sabor	116,0 (2,82) <sup>b</sup>	145,3 (4,09) <sup>c</sup>	154,1 (4,29) <sup>c</sup>

\*: A menor valor en la media de la sumatoria de rangos, mayor nivel de agrado para el panelista.

A: Carne para hamburguesa baja en grasa con 9,58% de fibra de avena.

B: Carne para hamburguesa baja en grasa con 13,45% de fibra de avena.

C: Carne para hamburguesa baja en grasa con 17,35% de fibra de avena.

( ): Puntuación promedio de cada característica utilizando una escala "no estructurada" de 9 puntos (1 = Me gusta mucho; 9 = Me disgusta mucho).

b,c: Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

lo cual resulta obvio, porque los componentes volátiles de la grasa afectan las percepciones de sabor y aroma [6, 10, 13, 29, 30]. A este respecto, no se encontraron trabajos relacionados con el sabor de carnes para hamburguesas "bajas en grasas", donde el sustituto utilizado fuese el  $\beta$ -glucano u otros ligantes. En lugar del sabor o sapidéz se ha analizado la intensidad del "aroma y sabor a carne". Warner e Inglett [33] observaron una disminución en la intensidad del "aroma y sabor a carne" en este tipo de producto 89% libres de grasa, formuladas con diferentes proporciones de  $\beta$ -glucano. No obstante, Huffman y Egbert [14] y Kregel y col. [17], no encontraron diferencias en la intensidad del "aroma y sabor a carne", cuando las proporciones de grasa en carnes para hamburguesas oscilaron entre 5,0 y 28,5%.

## CONCLUSIONES

La sustitución de la grasa por fibra soluble de avena aumentó el grado de magrez de las hamburguesas, logrando un producto cárnico con propiedades nutritivas y sensoriales satisfactorias.

Se seleccionó la formulación "B", por presentar una concentración de fibra soluble de avena que permitió obtener una carne para hamburguesa con adecuadas características químicas y un óptimo nivel de agrado por el color, apariencia, jugosidad y blandura.

## AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Humanístico y Científico de la Universidad del Zulia (CONDES- LUZ) y al Parque Tecnológico Universitario (PTU) por el financiamiento y apoyo prestado a esta investigación. Igualmente se agradece la colaboración prestada por el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), por facilitar la fibra soluble de avena (concentrado de  $\beta$ -glucano).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN DIETETICS ASSOCIATION (ADA). Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. **J. Am. Diet. Assoc.** 99: 1278- 1285. 1999.
- [2] AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (A.M.S.A). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago IL. **Amer. Meat. Sci. Assoc.** 1-48 pp. 1995.
- [3] AMERICAN ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (A.O.A.C). **Official Methods of Analysis** of 13<sup>th</sup> Ed., Washington, DC. 24.036- 73 pp. 1980.
- [4] BEER, M.; ARRIGONT, U.; AMADO, R. Effects of gum on blood cholesterol levels in healthy young men. **Eur. J. Clin. Nutr.** 49: 517-522. 1995.
- [5] BERRY, B.; WERGIN, W. Effects of fat level, starch gel usage and freezing rate on various properties of ground beef patties. **J. Anim. Sci.** 68 (1): 204-208.1993.
- [6] BERRY, B. Effects of low fat levels on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **J. Food. Sci.** 57(3):537-574. 1992.
- [7] CANNELL, L.; SAVELL, J.; SMITH, S.; CROSS, H.; JOHN, L. Fatty acid composition and caloric value of ground beef containing low levels of fat. **J. Food. Sci.** 54: 1163-1168. 1989.
- [8] DESMOND, E.; TROY, D.; BUCKLEY, D. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers. **Lebensm. Wiss. u Technol.** 31: 653-657. 1998.
- [9] DREELING, N.; ALLEN, P.; BUTLER, F. Effect of cooking method on sensory and instrumental texture attributes of low-fat beefburgers. **Lebensm. Wiss. u Technol.** 33: 234-238. 2000.
- [10] EGBERT, R.; HUFFMAN, D.; CHEN, C.; DYLEWSKI, D. Development of low- fat ground beef. **Food.Tech.** 45: 64-73. 1991.
- [11] FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE, G. A simple method for as the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.** 226: 497-509. 1957.
- [12] GIESE, J. Developing low-fat meat products. **Food. Tech.** 46: (71): 100-108. 1992.
- [13] HOELSCHER, L.; SAVELL, J.; HARRIS, J.; CROSS, H.; RHEE, K.; Effect of initial fat level and cooking method on cholesterol content and caloric value of ground beef patties. **J. Food. Sci.** 52 (4): 883-885. 1987.
- [14] HUFFMAN, D.; EGBERT, W. Advances in lean ground beef production. *Alabam Agric.Exp. Sta. Bull. N° 606*, Auburn Univ, Ala. **Food. Tech.** 64: 65-73. 1990.
- [15] INGLETT, G.; GRISAMORE, S. Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. **Food. Tech.** 45: 104-106. 1991.
- [16] INGLETT, G.; WARNER, K.; NEWMAN, R. Sensory and nutritional evaluations of oatrim. **Cer. Food. World.** 39 (10): 755-759. 1994.
- [17] KREGEL, K.; PRUSA, K.; HUGHES, K. Cholesterol content and sensory analysis of ground beef influenced by fat level, heating and storage. **J. Food. Sci.** 51:1162-1165. 1986.
- [18] JIMENEZ COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends in Food Sci and Tech.** 11: 56-66. 2000.

- [19] LOVE, J.; PRUSA, K. Nutrient composition and sensory attributes of cooked ground beef: effects of fat content, cooking method, and water rinsing. **J. Am. Diet. Assoc.** 92 (11): 1367-1371. 1992.
- [20] MANSOUR, E.; KHALIL, A. Characteristics of low- fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. **J. Sci. Food. and Agri.** 79: 493-498. 1999.
- [21] MILLER, M.; ANDERSEN, M.; RAMSEY, C.; REAGAN, J. Physical and sensory characteristics of low fat ground of beef patties. **J. Food. Sci.** 58: 461-463. 1993.
- [22] PARRA, K.; PIÑERO, M.; NARVÁEZ, C.; UZCATEGUI, S.; ARENAS DE M, L.; HUERTA-LEIDENZ, N. Evaluation of Microbiological and Physical-Chemistry of frozen hamburger patties expended in Maracaibo Zulia State, Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XII (6): 715-720. 2002.
- [23] PEDRERO, D.; PANGBORN, R. **Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos Analíticos.** 1ª Ed. Alhambra Mexicana. 63-105 pp. 1997.
- [24] RHEE, K.; SMITH, G. Effect of cooking on cholesterol content of patties containing different amounts of beef, textured soy protein and fat. **J. Food. Sci.** 48: 268-269. 1983.
- [25] RHEE, K.; DUTSON, T.; SMITH, G.; HOELSTER, R.; REISER, R. Cholesterol content of raw and cooked beef longissimus muscles with different degrees of marbling. **J. Food. Sci.** 47: 716-719. 1982b.
- [26] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide: Statistics. Versión 8, 5<sup>th</sup> Ed. Cary NC. 1995.
- [27] TAKI, G. Functional ingredient blend produces low-fat meat products to meet consumer expectations. **Food. Tech.** 45 (70): 70-74. 1991.
- [28] TORNBERG, E.; OLSSON; PERSSON, K. A comparison in fat holding between hamburgers and emulsion sausages. **Proceedings of the 35<sup>th</sup> International congress of meat science and technology, Copenhagen, Denmark, III.** 752-759 pp. 20 de octubre 1989.
- [29] TROUTT, E.; HUNT, M.; JOHNSON, D.; CLAUS, J.; KASTENER, C.; KROPF, D.; STRODA, S. Characteristics of low- fat ground beef containing texture- modifying ingredients. **J. Food. Sci.** 57 (1):19- 23. 1992a.
- [30] TROUTT, E.; HUNT, M.; JOHNSON, D.; CLAUS, J.; KASTENER, C.; KROPF, D.; STRODA, S. Chemical, physical, and sensory characterization of ground beef containing 5 to 30 percent fat. **J. Food. Sci.** 57 (1):25-29. 1992b.
- [31] TROY, D.; DESMOND, E.; BUCKLEY, D. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **J. Sci. Food. Agric.** 79: 507-516. 1999.
- [32] UNITED STATE DEPARTMENT AGRICULTURE (USDA). Specifications for low- fat beef patties. Agric. Marketing Service, Washington, D.C. **Servicio de Investigación Agrícola de USDA.** 104-106. 1991.
- [33] WARNER, K.; INGLETT, G. Flavor and texture characteristics of foods containing Z-trim corn and oat fibers as fat and flour replacers. **Cer. Food. World.** 42 (10): 821-825. 1997.
- [34] WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Study Group. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO. **Technical Report. Ser.** 707 pp. 1990.
- [35] WOOD, P. Aspects of the chemistry and nutritional effects of non- starch polysaccharydes of cereal. **Amer. Assoc. Cereal. Chem.** 293-314. 1992.
- [36] WORD, P.J.; BEER, MU. Productos Funcionales de Avena. En: MAZZA G. **Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicos y de Procesado.** 1ª Ed. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1-35 pp. 1998.