

EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE CARNES PARA HAMBURGUESAS BAJAS EN GRASAS CON INCLUSIÓN DE HARINA DE QUINCHONCHO (*Cajanus cajan*) COMO EXTENSOR

Physico-Chemical Evaluation of Low Fat Patties with Flour of Pigeon Pea (*Cajanus cajan*) as an Extender

Oscar García^{1*}, Jorge Ruiz-Ramírez² e Iria Acevedo¹

¹Decanato de Agronomía, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).
Tarabana, estado Lara, Venezuela. * oscargarcia@ucla.edu.ve

²Laboratorios de Ciencia y Tecnología de la Carne, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia.
Maracaibo, estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN

El quinchoncho (*Cajanus cajan*) es un frijol cultivado en áreas tropicales y subtropicales el cual se utiliza como alimento por su valor nutricional. El objetivo de la investigación consistió evaluar el efecto de la sustitución de diferentes niveles de grasas en distintas proporciones de harinas de *Cajanus cajan* en carnes para hamburguesas para emulsificar y estabilizar el producto. Se estableció cuatro formulaciones diferentes de 0; 20; 40 y 60% de inclusión de harina de quinchoncho por la grasa en la hamburguesa de res, con cuatro repeticiones, para un total de 16 unidades experimentales. A éstas se les realizó los siguientes análisis físicos: rendimiento de cocción (RC), reducción del diámetro (RD), retención de grasa (RG) y retención de humedad (RH), además de los análisis proximales a las carnes para hamburguesas de res, crudas y cocidas. Las propiedades físicas de las carnes para hamburguesas en el cocinado mejoraron a medida que se les añadió la harina de *Cajanus cajan*; la humedad y la grasa cumplieron con lo establecido en la normas de Covenin. Por otra parte, la proteína varió entre 16,93 a 18,03%, en la que se incluye el 0 y el 60% de harina de *Cajanus cajan* y la humedad varió entre 61,14 a 61,99%. Se concluye que la carne de res para hamburguesa con inclusión de harina de *Cajanus cajan* proporciona una respuesta tecnológica excelente y una alternativa de presentación que mejora las características físicas del producto.

Palabras clave: Análisis químicos, análisis físicos, rendimiento de cocción, carnes para hamburguesas, *Cajanus cajan*.

ABSTRACT

Pigeon pea (*Cajanus cajan*) is a bean grown in tropical and subtropical areas which are used as food for its nutritional value. The aim of the research was to evaluate the effect of substituting different levels of fats in different proportions of pigeon pea flour in patties for emulsify and stabilize the product. It established four different formulations of inclusion of pigeon pea flour by fat 0, 20, 40 and 60% in beef patties, with four repetitions, for a total of 16 experimental units, in which the following properties Physical-chemical were measured: cooking yield (RC), reduced diameter (RD), fat retention (RG) and water retention (RH), and also bromatologicals analysis (protein, fat and humidity) of raw and cooked patties. The physical properties of cooked patties in improved as they added the pigeon pea flour, the moisture and fat under requirements established in the rules Covenin. Moreover, the protein varied between 16.93 to 18.03%, which includes 0 to 60% *Cajanus cajan* flour and the moisture ranged from 61.14% to 61.99. As a conclusion, that the patties including *Cajanus cajan* technology provide excellent response and a presentation alternative that enhances physical attributes.

Key words: Chemical analysis, physical analysis, cooking yield, patties, *Cajanus cajan*.

INTRODUCCIÓN

La hamburguesa constituye una alternativa de presentación de la carne de res (*Bos taurus* y *Bos indicus*) que data de la antigua Grecia, con indicios en la fabricación de embutidos desde 1500 a.c, en la época del imperio Romano y durante la

edad media [12]. los cuales eran consumidos inicialmente por las clases menos favorecidas [22]. Posteriormente, con la revolución industrial se desarrollaron nuevos métodos de refrigeración y congelación para conservar, y mejorar el valor nutritivo y las características sensoriales de los productos cárnicos, lo que permitió el incremento de su consumo, por medio de las mortadelas, salchichas, jamones y carnes para hamburguesas [25, 38], Durante la fabricación de las hamburguesas se usan proteínas de origen vegetal, para mejorar el ligado del agua en el proceso de molienda y/o emulsificación, permitiendo mantener el contenido de proteínas en el producto, así como mejorar la formación y estabilidad de la mezcla, generando como beneficios, el incremento de la jugosidad y la textura [3, 25].

En los últimos años en Venezuela, el consumo de carne y de productos cárnicos se ha incrementado [11]. En el 2007 se registró un consumo 22,6 kg de carne por persona, cifra superior a la reportada al año 2003 que era de 16 kg de carne por persona [13].

La carne para hamburguesa es clasificada como un producto picado (no embutido) y según los métodos de procesado se considera un producto cárnico fresco [11, 12]. Este alimento es, desde el punto de vista microbiológico, más susceptible a contaminación que los productos cárnicos enteros y embutidos, debido a que el área superficial expuesta al entorno es mayor, facilitando la penetración y disponibilidad de oxígeno a los microorganismos, por lo que se deben implementar buenas prácticas de manufactura durante las operaciones de procesado, molido y adición de condimentos [22, 25]. Las hamburguesas pueden ser formuladas con fibra, almidón y proteínas para mejorar sus características organolépticas y también para proveerles de propiedades saludables [20, 23].

En la industria cárnica moderna, es una práctica generalizada el empleo de aditivos y extensores cárnicos que tienen la propiedad de ser hidrocoloides [31, 32]. Uno de los extensores cárnicos por excelencia lo constituye el texturizado de soya (*Glycine max*), ya que absorbe de dos a tres veces su peso en agua y puede sustituir entre 30 y 40% de la carne en determinados productos cárnicos emulsionados como lo son las boloñas, salchichas y otros, aproximadamente [15, 18]. El quinchoncho (*Cajanus cajan*) es una leguminosa con características similares, más del 90% de la producción de quinchoncho a nivel mundial se produce en la India. También hay cultivos importantes en África Oriental, América Latina y el Caribe [13, 30].

El quinchoncho posee concentraciones bajas de grasas, contenido moderado de fibra, buena cantidad de proteínas y carbohidratos y contiene un rango balanceado de minerales esenciales para la dieta. Además de esos nutrientes, también contiene factores antinutricionales, como lo son el ácido fítico, α -galactosidos, taninos y otros, los cuales tienen que ser eliminadas a través de calor [8, 39].

Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha recomendado reducir el porcentaje de calorías provenientes de esta clase de nutrientes a niveles inferiores del 30%,

que contenga menos del 10% de calorías provenientes de grasas saturadas. Es así como, la reducción de grasas, es una de las tendencias más fuertes en el desarrollo de los productos alimenticios procesados [9, 47].

La reducción de los niveles de grasa en las carnes para hamburguesas altera las propiedades físicas lo que se ve negativamente reflejado sobre sus características organolépticas, generando problemas de aceptabilidad por parte del consumidor [10, 11, 23, 36]. La grasa atrapa los componentes básicos del sabor en los alimentos y los libera mediante mecanismos de transferencia de masa, que presentan alta resistencia en la fase lipídica, en comparación con la fase acuosa en la cual se desprenden fácilmente. Los lípidos retienen los sabores, disminuye la volatilidad de éstos, protegiéndolos contra reacciones químicas que pueden deteriorarlos [6, 24, 29].

Un producto hecho a base de quinchoncho, garantizaría la presencia de una buena cantidad de proteínas, vitaminas, minerales y demás nutrientes requeridos en la dieta para el mantenimiento de una buena salud. Además supone otras ventajas, al poder utilizarse como un sustituto de la soya en la carne para hamburguesa de tipo comercial [13]. Por lo anteriormente expuesto, en este trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto de la sustitución de diferentes niveles de grasas por harina de quinchoncho en carnes para hamburguesas para emulsificar y estabilizar el producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la materia prima

Los cortes de solomo abierto, siguiendo la metodología establecida en Covenin [4] fueron adquiridos en el matadero industrial MINCO, estado Lara, antes de cumplirse las 24 horas (h) de haber sido beneficiados los animales. Los solomos luego se trasladaron al laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne del Programa de Ingeniería Agroindustrial del Decanato de Agronomía de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado, para su limpieza y acondicionamiento para la elaboración de carnes para hamburguesas. La harina de quinchoncho fue elaborada en el laboratorio de tecnología II. El fosfato, sorbato de potasio y ácido ascórbico fueron suministrados por la empresa Alpro C.A, Zona industria II, municipio Iribaren, estado Lara, Venezuela y el resto de los ingredientes fueron suministrados por la empresa Alimex C.A, zona industrial I, municipio Iribaren, estado Lara, Venezuela

Formulación de las carnes para hamburguesas

Las formulaciones de las diferentes carnes para hamburguesas se observan en la TABLA I. La harina de quinchoncho fue preparada en el laboratorio de Tecnología II, Los granos de *C. cajan* L. Millsp se sometieron a remojo en agua destilada, durante 12 h, (relación: agua-grano 4:1). Seguidamente se drenaron y se lavaron. Luego los granos se cocinaron a presión atmosférica por 2 h, en una proporción 1:12 (leguminosa:

TABLA I
INGREDIENTES Y PROPORCIONES DE LA MATERIA PRIMA PARA LA FORMULACIÓN DE CARNE PARA HAMBURGUESAS DE RES

Ingredientes	Formulaciones (%)			
	CH0	CH1	CH2	CH3
Carne	65,4	65,4	65,4	65,4
Grasa	20,00	16,00	12,00	8,00
Harina de <i>C. cajan</i> L. Millsp	0,00	4,00	8,00	12,00
Agua	8,70	8,70	8,70	8,70
Sal	1,30	1,30	1,30	1,30
Azúcar	0,70	0,70	0,70	0,70
Ajo	0,40	0,40	0,40	0,40
Orégano	0,20	0,20	0,20	0,20
Pimienta	0,07	0,07	0,07	0,07
Curry	0,07	0,07	0,07	0,07
Almidón	1,90	1,90	1,90	1,90

*Valores expresados en g/100g de mezcla. **CH0:** Carne para hamburguesas (Control) con 20% de grasa. **CH1:** Carne para hamburguesas con 20% de sustitución de grasa. **CH2:** Carne para hamburguesas con 40% de sustitución de grasa. **CH3:** Carne para hamburguesas con 60% de sustitución de grasa.

agua) y se secaron en un equipo (Drying Oven, Modelo DOD-A053, EUA), con convección de aire a temperatura de 40°C durante 48 h. Después se molieron y tamizaron hasta obtener una harina con una granulometría de 10 mesh, para uniformizar las muestras y hacerlas más fina (obtención de la harina). Metodología propuesta por Granito y col. [17]. La misma sustituye la grasa en una proporción de peso/peso. El contenido de grasa reemplazado en las formulaciones, en porcentajes es de 0; 20; 40 y 60%, lo que corresponde a 0; 4; 8 y 12 g/100g. (CH0, CH1, CH2 y CH3) de harina de quinchoncho añadida, respectivamente. Para establecer el nivel de grasa a sustituir en el producto cárnico, se consultó el contenido de grasa de hamburguesas comerciales y se acordó los porcentajes de inclusión de grasa, siguiendo las recomendaciones de la Norma Covenin Venezolana [5].

Elaboración de la carne para hamburguesa

Las carnes para hamburguesas se elaboraron siguiendo el proceso de manufactura modificado establecido por varios autores [28, 34]. La carne de solomo abierto se congeló (LG, 0300081Q-A, Taizhou LG Electronics Refrigeration Co, LTD, China) inmediatamente después de obtenida a una temperatura de -2 a 2°C, durante 24 h. Por otra parte, se pesó la harina de quinchoncho y la grasa en una balanza digital (OHAUS, modelo SCOUT PRO SP 2001. EUA) en recipientes por separados. Seguidamente, fueron pesados los ingredientes secos como: ajo (*Allium sativum*) molido, pimentón (*Capsicum annuum*) molido, cebolla (*Allium cepa*) molida, orégano (*Origanum vulgare*), pimienta (*Piper nigrum*), sal y aditivos no cárnicos (ácido ascórbico).

El solomo abierto congelado fue troceado en cuadros de 1 cm² con la sierra eléctrica, BOIA HD, modelo SI30202H. Bra-

sil posteriormente se redujo el tamaño de los mismos en un molino (Torrey, Modelo M-32 5HP. Italia, con disco de 8 mm). Durante todo el proceso de desmenuzando y molido se garantizó que la temperatura no superara los 2°C en la pasta, para ello se midió directamente en la masa cárnica con un termómetro bimetalico [37].

La carne molida y la harina de quinchoncho fueron mezcladas dos veces y unidas con las grasas por separado para facilitar la unión. Luego se amasó y mezcló en un equipo semi-industrial (Cuisinart, SM-70 7-Quart Stand Mixer, Inglaterra) durante los primeros 2 min, para permitir un mezclado continuo de la carne molida, grasa animal y harina de quinchoncho, para obtener una textura homogénea. Luego se incorporaron el resto de los microingredientes, a 60 rpm en el siguiente orden: la sal y azúcar en forma granulada, seguidamente se agregó la pimienta, ajo, cebolla, orégano y pimentón molidos, posteriormente los aglutinantes como el almidón de maíz (*Zea mays*) y finalmente el ácido ascórbico, todo este procedimiento se realizó manteniendo la temperatura por debajo de 4°C. Con la incorporación de almidones, se obtuvo una matriz de proteína, grasa y agua [7].

De la mezcla obtenida se pesaron porciones de 80 g, usando una balanza digital, seguidamente se formaron las hamburguesas. Para ello se empleó una maquina formadora (NOAW, modelo M130-S180401, Italia), que dispone de un molde en forma circular de 13 cm. Cada unidad de carne para hamburguesa fue separada por medio de papel parafinado o celofán. Una vez formadas, se ubicaron en bandejas de acero inoxidable e inmediatamente fueron congeladas (-18°C por 24 h) [14, 15]. Posteriormente se almacenaron en bolsas plásticas Ziploc de cierre en grupos de cinco unidades, para evitar la humedad y consecuente desecación. Se congelaron durante

24 h a -18°C , hasta la realización del análisis físico y proximal. Para la realización de los análisis, las carnes para hamburguesas cocidas, fueron descongeladas a 5°C por 12 h, y cocinadas siguiendo la metodología descrita por la Asociación Americana de Ciencia de la Carne [1], en una plancha de teflón sobre una cocina eléctrica (Sueco®, modelo # 5059532), hasta alcanzar una temperatura interna final de 71°C , determinada mediante una termocupla digital (KOCH, de 0 a 150°C), correspondiente al término de cocción "Bien cocida" [36].

Análisis físico

Las propiedades físicas estudiadas fueron el Rendimiento de Cocción (RC), la Reducción del Diámetro (RD) de las carnes para hamburguesas durante la cocción, la Retención de la Grasa (RG) y Retención de Humedad (RH) después de la cocción y la determinación de la fuerza de corte (resistencia al corte) a las carnes cocidas. Estas pruebas se realizaron con una cantidad de 6 muestras/ lote, seleccionadas al azar, es decir, 24 por cada tratamiento. Cada una fue pesada, antes y después de la cocción. El diámetro de las carnes crudas y cocidas se determinó con una regla milimetrada [20, 34, 42].

Se utilizaron las siguientes ecuaciones: [34, 47]

$$\%RC = \frac{\text{Peso de la CH cocida}}{\text{Peso de la CH cruda}} \times 100$$

$$\%RD = \frac{\text{Diámetro de la CH cruda} - \text{Diámetro de la CH cocida}}{\text{Diámetro de la CH}} \times 100$$

$$\%RG = \frac{\text{Peso en la CH cocida} \times \% \text{ de grasa en la CH cocida}}{\text{Peso de la CH cruda} \times \% \text{ de grasa en la CH cruda}} \times 100$$

$$\%RH = \frac{\% \text{ de Rendimiento} \times \% \text{ de humedad en la CH cocida}}{100}$$

donde: CH = Carne para hamburguesas.

La determinación de la fuerza de corte (resistencia al corte) de las carnes cocidas se realizó con un equipo Warner Bratzler (WB) a las carnes cocidas, las mismas atemperadas a 25°C , se perforaron con un sacabocado de 1,3 cm de diámetro [1, 34].

Análisis químico

La determinación de humedad, proteína, grasa y cenizas se realizó según los métodos oficiales de la Asociación of Official Analytical Chemists [2]. La Humedad se determinó por el método de secado en horno (110°C) hasta obtener peso constante, las proteínas por macro-Kjeldahl empleando un equipo Tecator (Kjeltec system, 1002 destilling unit, 2006 digestor), la grasa por el método Soxtec (sistema HT 1043), y cenizas por incineración en mufla [2, 21]. Los análisis se realizaron, en las

muestras crudas como en las muestras cocidas para determinar el efecto de la sustitución de grasa.

Para la realización de los análisis se seleccionaron al azar para cada tratamiento 6 muestras para un total 24 carnes para hamburguesas de res crudas y 24 cocidas. Posteriormente, las mismas fueron homogenizadas en un procesador de alimentos (Picadora Moulinex modelo Minipro, groupe SEB, Francia) durante 3 min, luego conservadas a -8°C dentro de bolsas impermeables, hasta su análisis químico.

Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados físicos y químicos de las diferentes formulaciones se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para establecer si existen diferencias significativas entre las variables, una vez evaluados los supuestos de la normalidad y para comprobar la diferencia entre medias se realizó la prueba de Tukey [15, 19]. Los análisis estadísticos fueron analizados utilizando el paquete SPSS versión 15.0 (Statistical Package for the Social Sciences), a una probabilidad ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físicos

Determinación del rendimiento de cocción (RC). En la TABLA II se muestran los tres niveles de sustitución de harina de *Cajanus cajan* y el tratamiento control. La carne para hamburguesas elaboradas con tres niveles de sustitución de grasa: (20; 40; 60%) que corresponden a 4; 8; 12 g/100g de incorporación de harina de quinchoncho, presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$), comparadas con el control. El RC varió entre 68,28 y 84,23%. La mayor pérdida de cocción fue observada para el control, debido a la alta pérdida de grasa y humedad durante la cocción. Las pérdidas por cocción de las muestras disminuyeron con adición de la harina de *C. cajan*. Algunos investigadores [36] no encontraron diferencias significativas en carne para hamburguesas de res bajas en grasas elaboradas con β -Glucano, y en aquellas hamburguesas con tres niveles de sustitución de grasa (50; 70; 90%), también detectaron que dicha propiedad se incrementó con las sustituciones de grasa. Serdaroglu y col. [41] encontraron valores de RC superiores a 85,2 y 93,2%, en albóndigas bajas en grasas, con adición de un 10% de harinas de leguminosas (frijol: *Phaseolus vulgaris*, lenteja: *Lens culinaris Medikus*, garbanzo: *Cicer arietinum* L y biscocho tostado). De igual forma se reportó un aumento significativo en el rendimiento de cocción, con una disminución del contenido en materia grasa del 20 al 5%, en un producto cárnico denominado Turkish [16], tipo koefte, con adición de harina de maíz [40].

Determinación de la reducción del diámetro (RD). A medida que se aumenta la incorporación de harina de leguminosa en las hamburguesas, la RD fue menor (26,75-13,85%). Dichos resultados fueron mayores a los reportados por Man-



FIGURA 1. DETERMINACIÓN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CARNE PARA HAMBURGUESA CRUDA Y COCIDA.

TABLA II

ANÁLISIS FÍSICO EN CARNE PARA HAMBURGUESAS DE RES ELABORADAS CON HARINAS DE *C. cajan* L. MILLSP

Componentes Físicos	Niveles de Sustitución de Grasa (Medias ± Ds)			
	CH Control	CH1	CH2	CH3
CH cocida				
Rendimiento a la Cocción (%)	68,28 ± 4,71 ^a	74,85 ± 3,80 ^b	78,23 ± 2,59 ^b	84,23 ± 2,33 ^c
Reducción del Diámetro (%)	26,75 ± 1,43 ^a	21,97 ± 2,53 ^b	17,52 ± 2,52 ^c	13,85 ± 2,80 ^d
Retención de Humedad (%)	35,53 ± 2,17 ^a	38,95 ± 2,21 ^b	41,79 ± 1,91 ^c	45,04 ± 1,17 ^d
Retención de Grasa (%)	66,96 ± 7,68 ^a	80,44 ± 6,45 ^b	85,18 ± 5,90 ^b	88,24 ± 6,45 ^b
Fuerza de Corte (Kgf)	1,22 ± 0,04 ^a	1,11 ± 0,16 ^a	0,89 ± 0,12 ^b	0,63 ± 0,19 ^c

CH control: Carne para hamburguesas de res sin adición de harina de leguminosa (control). **CH1** Carne para hamburguesas de res con 20% de grasa reemplazada. **CH2:** Carne para hamburguesas de res con 40% de grasa reemplazada. **CH3:** Carne para hamburguesas de res con 60% de grasa reemplazada.

Promedios de nueve mediciones ± Desviación Estándar

Literales dentro de una fila con distinto superíndice (a, b, c, d), son estadísticamente diferentes según la prueba de post-varianza de Tukey (P<0,05).

sourt y Khalil [27], quienes encontraron en hamburguesas con 20% de grasa (control) una RD de 16,37% y en las hamburguesas con incorporación de fibra de trigo (*Triticum aestivum*) una RD que oscila entre 11,33 y 14,55%. Por otra parte, Serdaroglu y col. [41] al procesar albóndigas bajas en grasas con incorporación de harinas de frijol, encontraron RD entre 6,9 y 10,6%. Asimismo, Lynn y Keaton [26] encontraron que la RD de las albóndigas de res varió entre 4,5 y 13%. Sin embargo, estos resultados contrastan con los reportados por Serdaroglu y Degirmencioglu [40], quienes obtuvieron en albóndigas formuladas con 20% de grasa, la mayor RD. Igualmente Modi y col. [31], procesando hamburguesas con carne de búfalo (*Bubalus bubalis*) e incorporando diferentes harinas de leguminosas (soya, grano de bengala (*Cicer arietinum*), grano verde (*Pisum sativum*) y negro (*Phaseolus mungo*)), verificaron una RD entre 5 y 7,4%.

Determinación del porcentaje de retención de humedad (RH). La RH se incrementó de 35,53 a 45,04%, con la sustitución de grasa, debido probablemente a la mayor cantidad de harina de leguminosa, altamente significativa (P<0,05), Los tratamientos CH2 y CH3 (40 y 60%) retuvieron la mayor cantidad de humedad, lo que puede ser atribuido a la afinidad por el agua que presenta la harina de *C. cajan*, [17]. El agua

añadida a través de la adición de ingredientes al parecer es satisfactoria para una mayor RH en la matriz del producto cárnico. Este mismo comportamiento, sobre la RH, fue observado [7, 9, 44], con carnes para hamburguesas de res con poca grasa, formuladas con proporciones de ingredientes funcionales tales como el β-Glucano proveniente de la fibra de avena diferente a la harina de leguminosa. Piñero y col. [36], encontrando valores de RH (47,26-51,32%), superiores a los de este estudio. Y Ulu [46], consiguió valores superiores de RH en la muestra control, con respecto a las albóndigas formuladas con harina de trigo, proteína de suero y aislado de soya, sin embargo el mismo investigador encontró incrementos significativos con la variación en el tiempo de almacenamiento de las muestras [47]. Otros autores [40], encontraron incrementos desde 40,73 hasta 44,35% en la RH, con incorporación de harina de maíz en albóndigas, con niveles de sustitución de 5 y 10% de grasa. De manera análoga, se alcanzaron valores de RH, en albóndigas con harinas de frijol que oscilaron entre 53,9 y 56,4% [5, 16].

Determinación del porcentaje de retención de grasa (RG). El porcentaje de RG para los tratamientos CH1, CH2 y CH3 incrementó con la adición de harina desde 80,44 hasta 88,24%, además, no se observaron diferencias significativas

($P > 0,05$) entre los tratamientos que contienen harina, pero sí con la CH control (66,96%). La menor RG en CH control se puede explicar por la ausencia de la harina de *C. cajan* y por la menor estabilidad de la grasa en la matriz proteica, a medida que aumenta su contenido en el producto cárnico. Además se observa similitud entre los tratamientos con la harina de *C. cajan*, lo que demuestra que el efecto ligante de la harina de *C. cajan* es independiente de la proporción añadida a cada formulación. Igualmente, otros autores [10, 16], encontraron en carne molida de res, valores de RG que oscilaron entre 85-98%, al añadir fibra de arveja con diferentes niveles de sustitución. De la misma manera, Piñero y col. [36] encontraron mejoras significativas ($P < 0,05$) en la RG (79,74%), en las carnes de hamburguesa con bajo contenido de grasa; lo cual se atribuyó a la capacidad de unión del β -Glucano con la proteína cárnica. Por el contrario, Ulu [47], reportó valores inferiores de RG en albóndigas cocidas, adicionadas con harina de trigo (19,2%), concentrados de proteína de suero (22,1%) y aislado de proteína de soja (21,9%), en comparación con el control (24,4%).

Determinación de la Fuerza de Corte (FC) de las carnes para hamburguesa cocida. Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$), entre el control y CH1 y los tratamientos CH2 y CH3. Tal como se observa en la TABLA II, a medida que aumenta la sustitución de grasa por incorporación de la harina de *C. cajan*, disminuyen los valores de FC, encontrándose valores entre 0,63 a 1,22 Kg. A menor valor de la fuerza, menor dureza de la carne para hamburguesas. El descenso en esta propiedad física se puede atribuir al aumento de retención de humedad, que aporta la mayor concentración de legumino-

sa en la formulación de carne para hamburguesas de res [7]. Los resultados demuestran que, el efecto que ejerce la incorporación de harina en la fuerza de corte es dependiente de la proporción añadida a cada formulación, por lo tanto esto propicia una mejora de la blandura de la carne para hamburguesas de res. Estos resultados coinciden con los que, utilizando diferentes niveles de fibra de avena como sustituto de grasa, encontraron que los valores promedios de la resistencia al corte de la hamburguesa, disminuyeron con cada proporción creciente de reemplazo de grasa por β -Glucano, entre 0,06 y 0,17 Kg [34], dichos valores se encuentran por sustitución de *C. cajan*.

Análisis químico

Los valores obtenidos de humedad (TABLA III) se encuentran dentro del límite máximo (64%), permitido por las normas Covenin [5]. No hubo variación del contenido de humedad entre los tratamientos, tanto para las CH crudas como las CH cocidas. Estos resultados son superiores a los reportados Serdaroglu y Degirmencioglu [40], con la disminución en el contenido de materia grasa de 20 a 5% en Turkish tipo koeffe, dichos autores encontraron un aumento en el contenido de humedad del 58,1 a 67,8%, en muestras sin cocinar, sin embargo, en muestras cocidas aumentó de 52,0 a 58,3%. Modi y col. [31] obtuvieron valores entre 65,4 y 64,3% en carne para hamburguesas de búfalo crudas y entre 53,7 a 55,4% después de freírlas. Otros investigadores [35, 44, 45] señalaron resultados de humedad similares a los de este estudio, al usar diferentes sustitutos de grasa. Sin embargo, otros difieren sosteniendo que, hamburguesas crudas y cocidas formuladas con niveles

TABLA III

ANÁLISIS QUÍMICO EN CARNE PARA HAMBURGUESAS DE RES ELABORADAS CON HARINAS DE *C. cajan* L. MILLSP

Componentes Químicos	Niveles de Sustitución de Grasa (Medias \pm Ds)			
	CH Control	CH1	CH2	CH3
CH cruda				
Humedad	61,99 \pm 1,0 ^a	61,90 \pm 1,92 ^a	61,18 \pm 2,01 ^a	61,14 \pm 1,19 ^a
Sólidos Totales	38,02 \pm 1,01 ^a	38,10 \pm 1,92 ^a	38,82 \pm 2,01 ^a	38,86 \pm 0,19 ^a
Cenizas	2,81 \pm 0,17 ^b	2,63 \pm 0,24 ^{ab}	2,58 \pm 0,14 ^{ab}	2,54 \pm 0,05 ^a
Proteína	16,93 \pm 1,20 ^a	17,47 \pm 1,15 ^a	18,00 \pm 1,68 ^a	18,03 \pm 0,54 ^a
Grasa	16,08 \pm 0,29 ^a	14,10 \pm 0,46 ^b	10,54 \pm 0,70 ^c	7,80 \pm 0,84 ^d
CH cocida				
Humedad	52,08 \pm 1,54 ^a	52,03 \pm 1,54 ^a	53,41 \pm 1,22 ^a	53,47 \pm 0,20 ^a
Sólidos Totales	47,93 \pm 1,54 ^a	47,97 \pm 1,54 ^a	46,59 \pm 1,22 ^a	46,53 \pm 0,20 ^a
Cenizas	3,15 \pm 0,11 ^a	3,05 \pm 0,20 ^{ab}	2,88 \pm 0,16 ^b	2,88 \pm 0,04 ^b
Proteína	18,59 \pm 1,02 ^a	19,33 \pm 0,16 ^a	19,68 \pm 1,23 ^a	19,87 \pm 0,26 ^a
Grasa	15,77 \pm 1,26 ^a	15,13 \pm 0,65 ^a	11,45 \pm 0,67 ^b	8,12 \pm 0,46 ^c

CH control: Carne para hamburguesas de res sin adición de harina de leguminosa (control). **CH1:** Carne para hamburguesas de res con 20% de grasa reemplazada. **CH2:** Carne para hamburguesas de res con 40% de grasa reemplazada. **CH3:** Carne para hamburguesas de res con 60% de grasa reemplazada.

Componente expresado en g/100 g de muestra húmeda. Promedios de seis mediciones \pm Desviación Estándar.

Literales dentro de una fila con distinto superíndice (^{a, b, c, d}), para diferentes niveles de sustitución de grasa para diferentes estados de cocción en un mismo nivel de sustitución de grasa, son estadísticamente diferentes según la prueba de post-varianza de Tukey ($P < 0,05$).

diferentes de fibras de trigo, fueron significativamente diferentes ($P < 0,05$), siendo la humedad más alta que en la hamburguesa control [27]. Resultados similares fueron obtenidos por Trout y col. [43], quienes encontraron que el contenido de humedad se redujo en carne de hamburguesas de res formuladas con fibras dietéticas, almidones y povidexrosa respecto al control.

En el contenido de sólidos no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) totales (TABLA III), tanto para las CH crudas, como para las CH cocidas con la adición creciente de la harina de *C. cajan*. Los resultados de este estudio son diferentes a los de otros autores [35], quienes reportaron que esta propiedad química en CH crudas fue de 26,40 a 30,48% con el incremento de la proporción de fibra de avena como sustituto de grasa, aunque fue similar en las CH cocidas en la cual si observaron una disminución en los contenidos de sólidos totales en las CH cocidas, desde 36,17 a 31,47%.

En lo que se refiere a las cenizas (TABLA III), a pesar de la estandarización de la adición de carne, grasa y otros ingredientes en todos los tratamientos, no se logró uniformar esta propiedad química, resultando efecto significativo ($P < 0,05$) entre la CH control y la mayor proporción de harina usada como sustituto de grasa, la CH3 sin cocinar. Sin embargo, no se observó diferencia entre los valores encontrados para la muestra control y las CH1 y CH2 crudas. De la misma manera, en las muestras cocidas, la adición de harina no tuvo efectos significativos ($P > 0,05$) entre el control y CH1 pero si con las CH2 y CH3 ($P < 0,05$). Además se observa que, con la disminución del contenido en materia grasa en los tratamientos, disminuyó el contenido de cenizas de 2,81 a 2,54% en CH crudas y de 3,15 a 2,88% en cocidas. Es decir, se incrementó con el proceso de cocción y disminuyó con la adición de harina. El menor valor encontrado en las CH2 y CH3 cocidas, se debe probablemente a la menor cantidad de grasa utilizada para su formulación. Los cambios observados son comparables con los reportados por otros autores para productos de este tipo [31, 35]. Resultados contradictorios fueron obtenidos [27], indicando que la hamburguesa control con 20% de grasa mostró menor porcentaje de cenizas de 1,82% con respecto a las hamburguesas con incorporación de diferentes niveles de fibras de trigo (2,1-2,35%), sin cocinarlas.

En cuanto el contenido de proteínas (TABLA III), se refleja que los valores de la carne para hamburguesas crudas, variaron entre 16,93 y 18,03%, y para las cocidas la variación fue entre 18,59 y 19,87%, sin observarse diferencias significativas entre los tratamientos; ni aumento del contenido proteico con la adición de la leguminosa. Igualmente puede observarse que, el contenido de proteína de la CH control y la CH1, no se encuentran dentro del límite mínimo de 18%, permitido por la norma Covenin [5]. Sin embargo, las CH con niveles de sustitución de grasa de 40 y 60%, si cumplen con el contenido proteico permitido por la norma, al igual que todas las formulaciones que fueron sometidas a cocción. De la misma manera, se encontró en carne para hamburguesas crudas valores de pro-

teína entre 16-19%, que a su vez, se incrementaron con la cocción [31, 33]. El contenido de proteína de carne para hamburguesas con *C. cajan*, es superior al encontrado por Piñero y col. [35], en carne para hamburguesa baja en grasa con adición de fibra de avena el cual fue de 12,92 a 13,7%. Posiblemente los resultados reportados fueron mayores debido a la utilización de un ligante con alto contenido proteico, como lo es la harina de quinchoncho con valores para PC superiores al 20%, Efectos significativos mayores ($P < 0,05$) en muestras crudas en comparación con las cocidas en hamburguesas con incorporación de diferentes niveles de fibras de trigo [27].

El contenido de grasa (TABLA III) disminuyó, de 16,08 a 7,80% en las carnes crudas, viéndose afectadas significativamente por la incorporación de la harina de *C. cajan* ($P < 0,05$). En las carnes para hamburguesas cocidas disminuyó el porcentaje de grasa ($P < 0,05$) de 15,77 a 8,12%, entre los tres reemplazos de grasa por harina de *C. cajan*, pero no entre la CH control y CH1 de grasa. Los resultados de los tratamientos formulados con mayor proporción de harina revelaron disminución del contenido de grasa, lo que permite afirmar que se encuentran cercanos al valor permitido por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (=10%), y es muy cercano (8%) al propuesto por Troy y col. [44], para mantener las características sensoriales de este tipo de producto. Se observa que el contenido de grasa en las CH, disminuye gradualmente con la mayor incorporación de harina de *C. cajan*. El contenido de grasa de las carnes para hamburguesas analizadas, fue menor que en otros productos similares. La formulación de las CH3 obtuvo el menor porcentaje (7,80%). De la misma manera, se encontró un valor de 9,92% en CH con 50% de sustitución de grasa por fibra de avena [35]. Modi y col. [31] reportaron valores superiores en CH de búfalo crudas con sustitución de 50% de grasa por diferentes harinas (soja, grano de bengala, grano verde y negro), entre 10,3 y 11,3%. Por otra parte, con la sustitución de grasa por distintos niveles de harina de leguminosa, no se aprecian diferencias significativas ($P > 0,05$) sobre el contenido graso de las muestras crudas y cocidas. Sin embargo al cocinar las CH, el porcentaje de grasa tendió a disminuir en la muestra control y a aumentar en los otros tratamientos, en consonancia con los niveles de harina adicionada, principalmente debido a la ganancia de grasa en el goteo del proceso térmico. Similares resultados en hamburguesas adicionadas con fibra de trigo fueron encontrados [16, 27, 33].

Algunos autores [40], reportaron en albóndigas crudas un contenido de grasa de 8,5 a 9,1%, y en cocidas de 7,9 al 8,3%. Ellos explican que el porcentaje de grasa tiende a disminuir durante el proceso de cocción, debido a la desnaturalización de las proteínas de la carne y la pérdida de agua y grasa.

Desde un punto de vista de la salud, los resultados encontrados en el presente estudio, respecto al contenido bajo en grasa de las CH se evidencia en el uso de la harina de *C. cajan* como sustituto de grasa en la CH2 y CH3. Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud OMS y la Or-

ganización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares han favorecido la inclusión en la dieta de alimentos específicos como las leguminosas con efectos cardioprotectores, dado que el consumo de algunas proteínas no cármicas puede proporcionar beneficios a la salud, siendo satisfactorio el uso de esta leguminosa en la formulación de carnes para hamburguesas de res [33].

CONCLUSIONES

La sustitución de grasa por harina de *C. cajan* a diferentes niveles afectan significativamente el contenido de cenizas y grasas en las hamburguesas de carne de vacuno formuladas en esta investigación. También se encontró mayor rendimiento en la cocción, menor porcentaje de reducción de diámetro, mayor retención de humedad, mayor retención de grasa y menor fuerza de corte en carnes para hamburguesas de vacuno.

La incorporación creciente de harina de *C. cajan*, afectó significativamente el contenido de cenizas y grasas. Los resultados químicos en general están dentro de los límites exigidos por las normas Covenin. Con base a las propiedades químicas las formulaciones con 40 y 60% de sustitución de grasa mantienen mejores resultados tecnológicos.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT), de la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado (UCLA) por el financiamiento de la presente investigación a través del proyecto: tipo B. código 010-AG-2012.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago. Pp 48-65. 1995.
- [2] AMERICAN ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). Official methods of analysis. 13a. Ed. Washington, DC. 1990.
- [3] ANDERSON, E.T.; BERRY, B.W. Effects of inner pea fiber on fat retention and cooking yield in high fat ground beef **Food. Res. Internat.** 34: 689-694. 2001.
- [4] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma 792. Carne de bovino. Caracas, Venezuela. 1982.
- [5] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). Norma 2127. Hamburguesas. Caracas, Venezuela. 1998.
- [6] DE ROSS, K. How lipids influence food flavor. In: **Food Technol.** 51 (1): 60-62. 1997.
- [7] 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. Technol.** 31: 653-657. 1998.
- [8] DUHAN, A.; KHETARPAUL, N.; BISHNOI, S. Effect of soaking, germination and cooking on phytic acid and hydrochloric acid extractability of a pigeon pea cultivar. **J. Food Sci. Technol.** 38: 374-378. 2001.
- [9] ECHEVERRI, L. M.; RINCÓN, S. P.; LÓPEZ, J.H.; RESTREJO, D.A. Un Acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa. Parte I. Productos de picado grueso. **Rev. Fac. Nac. Agro, Medellín.** 57(1): 2233-2256. 2004.
- [10] EL MAGOLI, L.; LARROIA, S.; HANSEN, P. Flavor and texture characteristics of low fat ground beef patties formulated with whey protein concentrate. **Meat. Sci.** 42(2): 179-193. 1996.
- [11] FERNÁNDEZ-RAMÍREZ, A.; IZQUIERDO, C.P.; VALERO, L.K.; ALLARA, C.M.; PIÑERO, G.M.; GARCÍA, U.A. Efecto del Tiempo y Temperatura de Almacenamiento Sobre la Calidad Microbiológica de Carne de Hamburguesa. **Rev. Cient. FCV-LUZ.** XVI (4): 428-437. 2006.
- [12] FORREST, J.; ABERLE, E.; HEDRICK, H.; JUDGE, M.; MERKEL, R. Propiedades de la carne. En: **Fundamentos de Ciencias de la Carne.** 1ra Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 364 pp. 1979.
- [13] GACETA GANADERA DE VENEZUELA. ¿A qué responde la escasez de carne en Venezuela? 2008. En Línea: <http://www.gacetaganadera.com/detalle.asp?id=2587>. 25-08-2008.
- [14] GEHAN-KASSEM, M.A.; EMARA, M.M.T. Quality and Acceptability of Value-Added Beef Burger. **World J. Dairy Food Sci.** 5 (1): 14-20, 2010.
- [15] GHADA, A.I.; NOUR, I.A. Physical and chemical properties of camel meat burgers. **J. Camelid. Sci.** 3: 39-43. 2010.
- [16] GÖK, V.; AKKAYA, L.; OBUZ, E.; BULUT, S. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. **Meat Sci.** (4): 89 2011.
- [17] GRANITO, M.; GUINAND, J.; PÉREZ, D.; PÉREZ, S. Valor nutricional y propiedades funcionales dem *Phaseolus vulgaris* procesada: un ingrediente potencial para alimentos **Intercien.** 34(1): 64-70. 2009.

- [18] GÜEMES-VERA, N. Utilización de los derivados de cereales y leguminosas en la elaboración de productos cárnicos. **Nacameh**. 1 (2): 110-117. 2007.
- [19] GUTIÉRREZ, H.P.; VARA, R.S. Diseño de experimento. En: **Diseño y análisis de experimentos de un solo factor**. McGraw-Hill/Interamericana editores S.A. Guanajuato, México. 177 pp 2003.
- [20] HOEK, A.C.; BOEKEL, M.; VOORDOUW, J.; LUNING, P. Identification of new food alternatives: How do consumers categorize meat and meat substitutes. **Food Quality and Prefer**. 22: 371-383. 2011.
- [21] IZQUIERDO, P.; GARCÍA, A.; ALLARA, M.; ROJAS, E.; TORRES, G.; GONZÁLEZ, P. Análisis Proximal, Microbiológico y Evaluación Sensorial de Salchichas Elaboradas a Base de Cachama Negra (*Colossoma macropomum*). **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. XVII(3): 294-300. 2007.
- [22] JAY, J. Bacterias no alterantes. **Microbiología Moderna de los Alimentos**. 2^{da} Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 491 pp. 1978.
- [23] JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends. in Food Sci. Technol**. 11:56-66. 2000.
- [24] JIMENEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRANDES, S. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. **Meat Sci**. 59: 5-13. 2001.
- [25] LAWRIE, R.A. Alteración microbiana de la carne. **Ciencia de la carne**. 2^{da} Ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 456 pp. 1977.
- [26] LIN, K.W.; KEATON, J.T. Determination of optimum particle size for low-fat, precooked ground beef patties. **J. Muscle Food**. 5: 63-76. 1994.
- [27] MANSOURT, E.; KHALIL, A. Characteristics of low-fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. **J. Sci. Food Agric**. 79:493-498. 1999.
- [28] MELGAREJO, I.; MAURY, M. Elaboración de Hamburguesa de *Prochylodus nigricans* "Boquichico". **Rev. Amazónica Inv. Aliment**. 2(1): 79-87. 2002.
- [29] MERI, A. Respuestas y adaptaciones cardiovasculares al ejercicio. **Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte**. Madrid- España. Editorial Médica Panamericana. Pp 92-93. 2005
- [30] MIQUILENA, E.; HIGUERA-MOROS, A. Evaluación de la calidad nutricional de algunas harinas de leguminosas de grano. **XVII Con. Ven. Bot**. Maracaibo, Venezuela 10/20-25. Pp. 699-701. 2007.
- [31] MODI, N. S.; MAHENDRAKAR, D.; NARASIMHA, R.; SACHINDRA, N.M. Quality of buffalo meat burger containing legume flours as binders. **Meat Sci**. 66: 143-149. 2003.
- [32] MORALES, J. Elaboración de un embutido fermentado utilizando carne de cerdo, de ave y texturizado de soya. Universidad de la Habana Instituto de Farmacia y Alimento Departamento de Alimentos. Tesis de grado. Pp 85-120. 2005.
- [33] NAGA-MALLIKA, E.; PRABHAKAR, K.; REDDY, P.M. Low Fat Meat Products-An Overview. **Vet. World**. 2(9): 364-366. 2009.
- [34] PIÑERO, C.M.P.; FERRER, M.M.A.; ARENA DE M, L.; HUERTA, N.; PARRA, Q.K.C.; BARBOZA DE M., Y. Evaluación de las propiedades físicas de carne para hamburguesa de res "baja en grasa" elaboradas con β -Glucano. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. XIV (6): 500-505. 2004.
- [35] PIÑERO, C.M.P.; FERRER, M.M.A.; ARENA DE M, L.; LEINDENZ, H.N.; PARRA, Q.K.C.; ARAUJO DE R., S. Atributos sensoriales y químicos de un producto cárnico ligero formulado con fibra soluble de avena. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. XV (3): 279 - 285. 2005.
- [36] PIÑERO, C.M.P.; FERRER, M.M.A.; ARENA DE M., L.; HUERTA, L.N.; PARRA, Q.K.C.; BARBOZA DE M., Y. Effect of oats soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. **Meat Sci**. 80(3): 675-680. 2008.
- [37] PRICE, J.F.; SCHWEIGERT, B.S. Tecnología de productos cárnicos. **Ciencia de La carne y de Los productos cárnicos**. Zaragoza, España: Acribia, S.A. Pp 225 1994.
- [38] ROCHA. M.A.E. Evaluando proteínas no cárnicas para mejorar textura y retención de humedad. 2010. Carnetec. On Line: <http://www.carnetec.com/Membership/login.aspx?ReturnUrl=%2fMembersOnly%2ftechnology%2fdetails.aspx%3fitem%3d10616&item=10616#.01/01/2010>.
- [39] SALHUNKHE, D.K.; CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S. Pigeonpea as an important food source. **Critic. Rev. Nutr. and Food Sci**. 23: 103-140. 1986.
- [40] SERDAROGLU, M.; DEGIRMENCIOGLU, O. Effects of fat level (5%, 10%, 20%) and corn flour (0%, 2%, 4%) on some proprieties of Turkish type meatballs (kofte). **Meat Sci**. 68: 291-296. 2004.
- [41] SERDAROGLU, M.; GÜLEN DE Y., T.; KIYALBEK, A. Quality of low-fat meatballs containing legume flours as extenders. **Meat Sci**. 70: 99-105. 2005.
- [42] SHARMA, J.; PONNUSAMY-PAZHANIANDI, P.; KUMAR-TANWAR, V.; KUMAR-DAS, S.; GOSWAMI, M. Antioxidant effect of turmeric powder, nitrite and ascorbic

- acid on stored chicken mince. **Internat. J. Food Sci. Tech.** 47: 61-66. 2012.
- [43] TROUTT, E.; HUNT, M.C.J.D.; CLAUS, J.R.; KASTNER, C.I.; KROPF, D.H. Characteristics of low-fat ground beef containing texture-modifying ingredients. **J. Food Sci.** 57: 19-24. 1992.
- [44] 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.
- [45] TURHAN, S.; TEMIZ, H.; AGIR, S. Characteristics of beef patties using okara powder. **J. of Muscle Foods.** 20: 89-100. 2009.
- [46] ULU, H. Effect of wheat flour, whey protein concentrates and soya protein isolate on oxidative processes and textural properties of cooked meatballs. **Food Chemist.** 87:523-529. 2004.
- [47] YÁNEZ, E.; BIOLLEY, E. Sustitutos de grasa en la alimentación humana. Universidad de la Frontera. **Archiv. Latinoamer.** 49: 2. 1999.