

Artículo de Investigación

Sustitución de grasa por harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) en carnes para hamburguesas como alternativa para la elaboración de un alimento funcional.

Substitution of fat for quinchoncho (Cajanus cajan) flour in meat for hamburgers as an alternative for the elaboration of a functional food.

Oscar René García Aguiño

Procesos Agroindustriales, Programa de Ingeniería. Decanato de Agronomía,
Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Venezuela.
email oscargarcia@ucla.edu.ve, orcid <https://Orcid.org/0000-0002-2180-8530>.

RESUMEN

La presente investigación tuvo la finalidad en desarrollar carnes para hamburguesa hamburguesas con incorporación de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) por grasa para desarrollar un alimento funcional, nutritivo y estable. Y como afecta su inclusión en las características físico, químicas y sensoriales. Se elaboraron carnes para hamburguesas con 4 niveles de sustitución de grasa por adición de harina, posteriormente se hizo un diseño de mezcla carne (66,66; 70,66; 74,66 y 78,66%), de grasas (20, 16, 12 y 8%) por 5 niveles de adición de harina de *Cajanus cajan* (0, 25, 50, 75 y 100%), obteniendo 20 tratamientos por triplicado, se evaluaron los análisis físicos, y se obtuvo un diseño de optimización. Se observó, que a medida que se incorpora harina a las carnes en diferentes niveles de grasa, aumentó capacidad de retención de humedad (RH), Retención de grasa (RG) y color (L*, b*). la formulación óptima de Carne fue de 76,72%, Grasa 7,99% y Harina *C. cajan* 1,94% con deseabilidad de 89,73% y en las formulaciones optimizadas se observaron diferencias significativas en las inclusiones con harina, aumentó de la proteína y carbohidrato, disminución de grasas. Sensorialmente tuvo aceptación por los consumidores con respecto a carnes para hamburguesas de marcas comerciales. La harina de inclusión es una estrategia de derivados cárnicos saludables.

Palabras clave: alimentos funcionales, guandul, empanadas de carne, analisis sensorial, analisis fisicoquímico.

ABSTRACT

This research was intended to develop beef patties incorporating pigeon pea meal (*Cajanus cajan*) grease to develop a functional, stable and nutritious food. And how it affects their inclusion in the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics. A flours quinchoncho obtained in different processing, it is determined functional and physico-chemical properties, selecting the HCC3 process (flour subjected to soak for 12h, cooking at 98 ° C for 2h and dried at 40 ° C for 48h). Beef patties were produced with 4 levels of fat replacement by adding flour. Physico-chemical analyzes were realized by determining that 40 to 60% fat was adequate, subsequently became mix design a meat (66.66; 70.66; 74.66 and 78.66%), fat (20, 16, 12 and 8%) for 5 levels of addition of flour *Cajanus cajan* (0, 25, 50, 75 and 100%) to get 20 treatments triplicate physical analyzes were assessed, and a design optimization was obtained and sensorial analysis. It was observed, as flour was incorporated into different levels of fat, increased moisture retention capacity (RH), Retention fat (RG) and color (L *, b *). The optimal formulation of Meat 76.72%, 7.99% fat and 1.94% Flour *C. cajan* 89.73% with desirability and the optimized formulations significant differences in flour were observed inclusions, increased protein was obtained, carbohydrate, low fat, saturated fatty acids, polyunsaturated, cis, trans. In the microbiological analysis it confirmed formulation 3 with 66.66% meat, 10% fat and 10% flour as ideal. Sensorially he had acceptance by consumers regarding beef patties trademarks. This flour is a reformulation strategy for the production of healthy meat products.

Key words: functional foods, pigeon pea, beef patties, analysis sensory, physico-chemical analysis.

Recibido: 10-11-2022

Aceptado: 17-12-2022

INTRODUCCIÓN

La carne para hamburguesa, es clasificada como un producto picado (no embutido) y según los métodos de procesado como alimento cárnico [1]. Al respecto, Se ha recomendado reducir el porcentaje de calorías provenientes de esta clase de alimentos a niveles inferiores del 30 % con menos del 10 % de calorías provenientes de grasas saturadas. Es así como, la reducción de éstas, es una de las tendencias más fuertes en el desarrollo de los productos alimenticios en la actualidad según la organización mundial de la salud [2].

Un alimento es funcional, si se demuestra satisfactoriamente que afecta de forma beneficiosa a una o más funciones del organismo, más allá de su valor nutricional, de manera que sea eficaz para mejorar el estado de salud y bienestar y/o reducir el riesgo de enfermedades. Puede ser un alimento natural o transformado (por métodos tecnológicos o biotecnológicos), donde se ha modificado la naturaleza o la biodisponibilidad de uno o más de sus componentes o cualquier combinación de estas posibilidades. [3, 4 y 5]. Los consumidores quienes en los últimos años están consciente de su salud y tratan de disminuir las grasas en dichos productos. Sin embargo, los productos cárnicos contienen alta calidad de proteínas, y es esencial que la industria de las carnes rojas desarrolle La reducción de los niveles de grasa en las carnes para hamburguesas altera las propiedades físicas que influyen sobre las características organolépticas, generando problemas de aceptabilidad por parte del consumidor [8; 9]. 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 de donde se desprenden fácilmente. [10, 11]

Un producto hecho a base de quinchoncho (*Cajanus cajan*), además de presentar una oportunidad en dar valor agregado a este producto primario, que no ha sido muy transformado industrialmente, se convierte en una gran alternativa y una solución a problemas nutricionales, otorgando el aporte proteínico indispensable para la dieta a un costo moderado y considerablemente menor al de la carne o la proteína animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología se llevó a cabo en 3 fases diferentes: Las carnes de res se obtuvo a través del frigorífico La Pastora y los microingredientes por la empresa Alimex.

Fase 1. Evaluación de los diferentes porcentajes de adición de harina de quinchoncho (*Cajanus Cajan*) dentro de diferentes niveles de grasa formulado en carnes para hamburguesas.

La harina de quinchoncho (*Cajanus cajan* L) se obtuvo de las mismas maneras descritas en el Experimento 2. El corte de solomo abierto que corresponde a los músculos dorsal largo (en su porción cervical), trapecio, parte del deltoides y multífido dorsal [12]; fue suministrado por el Frigorífico Industrial Mara del Estado Zulia, dos días previos a la elaboración del producto. Este corte fue desprovisto de tejido conectivo y grasa subcutánea visible antes de la molienda. La grasa de res (tejido adiposo subcutáneo) y el resto de los ingredientes (agua, orégano, pimienta, curry, ajo, fécula de papa,

azúcar y sal), fueron suministrados por la Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado, Laboratorio de tecnología II.

Las formulaciones de las carnes para hamburguesas se realizaron bajo un diseño de mezcla carne (66,66; 70,66; 74,66 y 78,66), (20, 16, 12 y 8%) de grasas x 5 niveles (0, 25, 50, 75 y 100%) de adición de harina de *Cajanus cajan*, para un total de 20 tratamientos replicado tres veces y en el cual se obtuvieron 5 carnes de hamburguesas en cada replica. Esto se basó en la realización de ensayos previos y lo establecido por los autores [2;13]. A cada formulación se adicionó agua al 8,70%; sal 1,30%; azúcar 0,70%; ajo 0,40%; orégano 0,20%; pimienta 0,07%; curry 0,07%, almidón 1,90% y carne molida de solomo abierto en porcentajes según los porcentajes de grasa de los tratamientos. Las carnes para hamburguesas se elaboraron en la Facultad de Ciencias Veterinaria de la Universidad del Zulia, específicamente en su laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne. Se realizaron los análisis físicos y químicos empleados en la metodología descrita en el Experimento 2 en el laboratorio de Nutrición del Decanato de Ciencias Veterinarias de la UCLA (Venezuela).

Determinación de las propiedades físicas:

Las propiedades físicas estudiadas fueron el Rendimiento de Cocción (RC) y 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 un vernier, ver Figura 25 [14:15 y 16]. Se utilizaron las siguientes ecuaciones para determinar rendimiento a la cocción (RC), reducción de diámetro (RD), retención de grasa (RG) y retención de humedad (RH) en porcentajes propuestas por Piñero et al, (2004) y Ulu, (2006), donde CH es carne para hamburguesas.

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

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

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

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

Espesor: (Espesor de carne Cruda – Espesor de carne cocida)/Espesor de carne cruda *100
 Contracción: (Diámetro CH cruda- Diámetro CH cocida)/ espesor*100

Determinación del Color.

El color de la carne de hamburguesas se midió usando el Sistema Hunter Lab con un colorímetro (Minolta CR 300), calibrado con un azulejo blanco (calibración Minolta plato, N° 21733001, Y = 92,6, x = 0.3136, y = 0.3196) en 2° ángulo de observación con una fuente iluminante C. Fueron seleccionadas al azar tres carnes de hamburguesa cruda por cada lote dentro de los tratamientos y cinco lecturas se tomaron de cada carne para

hamburguesa. Hunter L (luminosidad; 100 = blanco, 0 = negro), una a (enrojecimiento, +, rojo; -, verde), b (amarillamiento; +, amarillo; -, azul).

Determinación de textura.

La textura se realizó utilizando un texturómetro INSTRO, modelo 3342, USA y modelo IX/S, para ello fueron utilizadas tres carnes para hamburguesas cocidas de cada formulación, por cada compresión del aditamento se determinó la dureza y deformación. Las medidas se realizaron a temperatura ambiente (22 °C). El procedimiento consistió que cada una de las formulaciones de carne para hamburguesa y dos repeticiones, en su punto central se sometió a una compresión hasta un 50% de su altura. Se utilizó una célula de carga de 5 kg a una velocidad del cabezal de 1 mm/s para obtener los valores directos de Dureza en Kgf y la deformación en mm.

Análisis químico a las carnes para hamburguesas.

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) durante 3 min, luego conservadas a -8°C dentro de bolsas impermeables, hasta su análisis químico. Se determinó la humedad, proteína, grasa y cenizas según los métodos oficiales de la AOAC [18].

Metodología de superficie de respuesta

Fase 1. Análisis de Regresión, Gráficos de superficie y contorno y deseabilidad.

Los Análisis de regresión (R^2) es un criterio de valoración de la capacidad de explicación de los modelos de regresión, y representa el porcentaje de la varianza justificado por la variable independiente; valores de R^2 cercanos o superiores al 80% representan una buena capacidad de predicción de los modelos poblacionales (7). La función de deseabilidad es la que permite obtener el punto factible donde los factores tienen un valor óptimo. Los elementos principales de esta gráfica son la letra D que equivale al grado de deseabilidad de la respuesta, de ese modo, un valor de deseabilidad cercano a 1, quiere decir que la respuesta es deseable. Por lo que la deseabilidad global, cuyo valor se indica por D, tiene un valor apropiado.

FASE 2: Análisis químico del mejor tratamiento obtenido por el software Minitab 17.

Determinación de humedad, Proteínas, Grasas y cenizas [18].

FASE 3: Evaluación de la aceptabilidad del mejor tratamiento comparado con 2 marcas comerciales.

En esta fase se empleó una prueba afectiva con un panel sensorial no entrenado de 70 jueces con una escala estructurada de 5 puntos [19], conformado por personas del Sector San José del Municipio Iribarren del Estado Lara, los atributos evaluados fueron: sabor, olor, color, textura y aceptación, y el nivel iba desde me desagradó mucho (1) a me gustó mucho. A cada persona se le suministró una muestra del mejor tratamiento, así como de las 2 marcas comerciales las cuales se denominaron Mc1 y Mc2 con códigos en orden aleatorio.

Análisis estadístico.

Se usó Minitab 17 Para el análisis de los resultados de las variables físicas y químicas, y se utilizaron las pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis y la prueba de la mediana de Mood para demostrar significancia $P < 0,05$ en el análisis sensorial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la sustitución de grasa por harina de quinchoncho (*Cajanus Cajan*) en carnes para hamburguesas

Según Montgomery (2005), el objetivo de los problemas de mezcla, es encontrar un modelo de la variable dependiente en función de sus componentes; al efecto de los modelos encontrados en esta investigación permitieron predecir valores

en cada una de las respuestas de los análisis físicos de las carnes para hamburguesa, con características muy parecidas a una carne para hamburguesa comercial.

El análisis de la varianza de la regresión para las diferentes variables estudiadas de la Tabla 1 fueron significativos ($P < 0,05$) para las propiedades de cocinados (reducción de diámetro, retención de grasa, retención de humedad, reducción de diámetro, contracción), de las propiedades de textura (dureza) y las propiedades de color L^* y b^* y no significativo ($P > 0,05$) para los modelos reducción de espesor, deformación y color a^* .

Tabla 1. Análisis de la varianza de las Regresiones para las variables propiedades de cocción, textura y color en carnes para hamburguesas a diferentes niveles de grasa y harina *Cajanus cajan*.

Modelo	Modelos	R ²	S
Propiedades de Cocción			
Rendimiento de Cocción (RC %)	***	80,61 %	3,6
Retención de grasa (RG%)	**	74,65 %	5,20
Retención de humedad (RH%)	*	57,65 %	9,29
Reducción de diámetro (RD %)	**	67,97 %	0,44
Reducción espesor (Espesor %)		18,38 %	0,44
Contracción %	**	67,91 %	3,41
Propiedades de textura			
Dureza (N)	*	50,48 %	1,24
Deformación (mm).		0,42 %	0,26
Color			
L^*	**	72,46 %	1,42
a^*		45,82 %	0,98
b^*	**	70,56 %	0,53

Significancia *** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$ and * $P < 0,05$; R², coeficiente de determinación; S, desviación estándar.

Los modelos que tienen falta de ajuste son las propiedades de reducción de diámetro y contracción, ya que la deformación fue no significativa a la falta de ajuste, pero presenta un R² muy bajo. La prueba de falta de ajuste del modelo

matemático resultó ser no significativa ($P > 0,05$), ya que la misma constituye una prueba de bondad de ajuste para los modelos de superficie de respuesta y de mezcla [20] y establece que la diferencia entre los valores observados experimentalmente y lo predichos por el

modelo se deben a variaciones únicamente aleatorias o a una falta de ajuste significativa del modelo.

Los coeficientes de determinación del modelo (R^2), indican buena capacidad de predicción de los modelos poblacionales planteados, ya que algunos son superiores al 80%. Por lo tanto, los modelos encontrados explican en porcentajes lo presentado en la Tabla 2, y

el resto de la variabilidad se puede atribuir a factores externos que no fueron considerados para el estudio. La respuesta de reducción de espesor, deformabilidad y color a^* , no cumple con los valores de capacidad de predicción, por lo tanto, se tomó la decisión de no discutir estas variables en los análisis posteriores.

Tabla 2. Modelos de regresión y Coeficientes de regresión para las diferentes mezclas según la RC, RG, RH, RD, Espesor, Contracción, Dureza, deformación y Color.

Término	RC (%)	RG (%)	RH (%)	RD (%)	Espesor (%)	Contracción (%)	Dureza	Deformación	Color (L*)	Color (a*)	Color (b*)
Carne	78,1	189,8	119,1	3,83	6,47	70,6	4,01	2,29	63,1	0,1	11,3
Grasa	69,7	70,7	52,6	9,75	6,05	25	15,20	2,41	68,1	5,8	10,2
H. caján	79,7	91,8	72,5	11,64	6,39	10,5	19,41	2,44	62,9	7,8	9,3
Carne*Grasa	5,1	-264,5	-94,7	12,09	-0,59	-93	25,31	0,28	9	15,3	-2,9
Carne*H. caján	44,6	-294,3	-52,5	13,86	-2,34	-106,6	23,89	0,26	20	10,4	3,3
Grasa*H. caján	66,7***	70,8***	51,4***	2,71***	-0,59	-20,8***	0,2	-0,01	5	3,6	10,6***
Carne*Grasa*(-)	42,4	-238,7	-93,8	14,27	-1,22	-109,8	17,02	0,31	-0,5	19,1	-10,8
Carne*H. caján*(-)	-48,2	-319,4	-92,0	9,20	-1,00	-70,8	15,17	0,18	37,1	-7,3	0,7
Grasa*H. caján*(-)	-12,7	-15,6	-15,2	-0,85	3,28	6,5	-2,80	0,07	-29,4***	6,5	0,9
Carne*Carne*Grasa*H. caján	-49,8	-1368,7	183,6	-60,52	4,52	465,6	15,15	-0,17	-342,2**	119	55,2
Carne*Grasa*Grasa*H. caján	71,3	173,8	425,2	-6,40	-12,50	49,2	-12,12	-0,16	265,7***	-102,3	-101,3***
Carne*Grasa*H. caján*H. caján	-191,6	-246,3	357,4	-9,61	19,37	74	-77,08	-0,31	-26,2	-45,3	-67,5**
Carne*Grasa*(-)2	65,9	91,3	14,6	24,69**	-0,93	-186,1**	11,19	0,29	1,1	40,3	6,5
Grasa*H. caján*(-)2	31,6	-171,2	-63,8	-6,23	8,06	48	-21,77	-0,24	-56,8***	4,6	-36,1***
R ² (%)	80,61	57,65	74,65	67,91	18,38	67,91	50,48	0,12	72,46	45,82	70,52
R ² ajustado(%)	75,13	45,68	67,48	58,48	0,00	58,48	36,48	0,00	64,67	30,51	62,19

ns: no significativo al 5 %, *Significativo al 5%, **Significativo al 1%, *** Significativo al 0,01%.

Una medida del rendimiento del modelo, que debe ser considerada, se refiere al coeficiente de determinación y se denota como R^2 , [21]. Este autor indica que los R^2 y R^2 ajustados, establecen la significancia del modelo. En general para establecer que es un modelo que tiene un ajuste satisfactorio es necesario ambos coeficientes tengan valores superiores al 70% de acuerdo con Gharibzahedi, cuando en el modelo hay términos que no contribuyen de manera significativa a éste, el R^2 ajustado tiende a ser menor que el R^2 . Los modelos polinomiales cúbico y de cuarto grado (hipercúbico), describen mejor el proceso que el lineal simple y el cuadrático. El incremento o disminución por efecto de los factores independientes

(carne, grasa y H. *Cajanus cajan*), el signo que acompaña cada coeficiente estimado expresará el efecto de incremento (+) o disminución (-).

Rendimiento de Cocción.

En la figura 1, se describe el análisis de las mezclas y contornos de las variables rendimiento de cocción, en ella se observa un valor máximo de 85 a 90% de rendimiento a la cocción, cuando la carne se encuentra a niveles de 72,66g carne, 10g grasa, 10g de H. *cajan*. Y cuando la grasa o harina se encuentran en un 100% en la formulación se acercan a valores cercano a 70%, es decir cuando

se sustituyen la harina por grasa en su totalidad el rendimiento de cocción disminuye y cuando las carnes para hamburguesas tienen grandes cantidades de grasa y poca de Harina *Cajanus cajan* también disminuye, es decir se presenta

un efecto cuadrático debido a la interacción grasa-H. *cajan*. Representando una superficie de respuesta en forma de montaña que expresa que dicha respuesta se obtiene tiene un punto máximo de rendimiento.

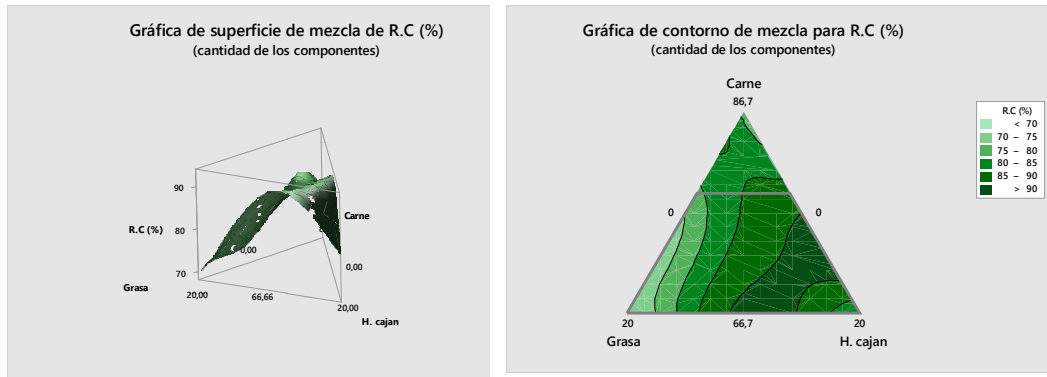


Figura 1. Análisis de la superficie y contorno para el Rendimiento de cocción de las carnes para hamburguesas, elaborada con carne, grasa y H. *cajan*.

Esta información, reflejada en los análisis de la superficie y contorno son similares a los resultados obtenidos por [22], establecen que el rendimiento de cocción se incrementa con la adición de okara ($P < 0,05$) debido a que tiene la capacidad de atrapar la humedad en la matriz, igualmente [6] reportaron que la proteína de soya aumentó la capacidad de retención en una carne para hamburguesa de soya y vegetales.

Retención de humedad.

En la Figura 2, respecto al análisis de la superficie y contorno para la Retención de humedad en las carnes para hamburguesas, se puede visualizar que en la sustitución de grasa al 20%, la retención de humedad es mínima y en el otro extremo en la cual está el 20% de H. *Cajanus cajan* se observa una zona de 70 a 90% de R.H. También podemos apreciar que cuando aumenta los niveles de carne se incrementa los valores de R.H.

Sustitución grasa por harina de quinchoncho en carne de hamburguesas

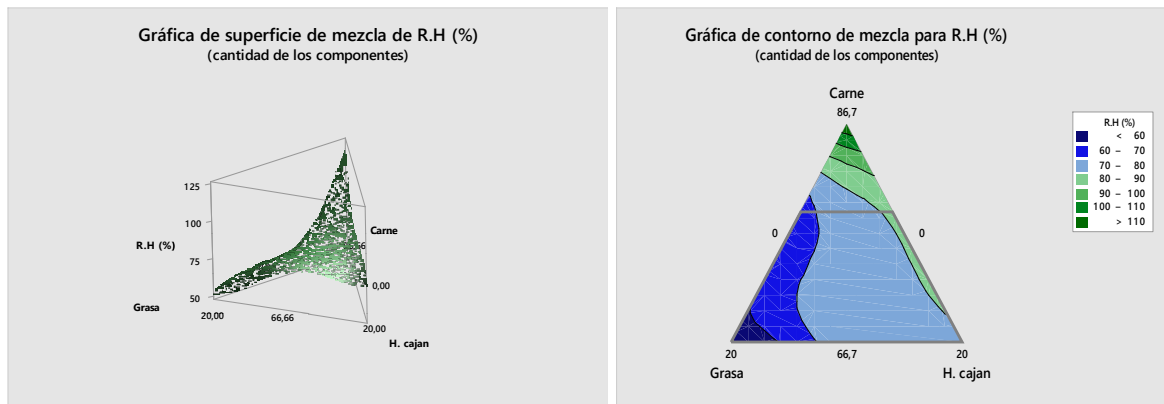


Figura 2. Análisis de la superficie y contorno para la Retención de humedad en las carnes para hamburguesas, con carne, grasa y H. caján.

Retención de grasa.

En la figura 3, se muestra la gráfica de superficie y gráfica de contornos de

retención de grasa, en la cual existe una interacción de grasa y la harina *C. caján* obteniéndose dos grupos de menores a 80% y 100% en la zona del diseño. Y a medida que aumenta la proporción de carne se incrementa los niveles de grasa.

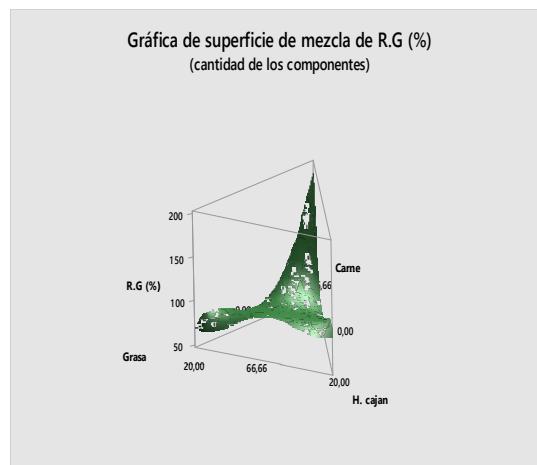


Figura 3. Análisis de la superficie y contorno para la Retención de Grasa en las carnes para hamburguesas, con carne, grasa y H. caján.

El análisis de superficie de respuesta los niveles de carne con respecto a interacción grasa y harina fueron significativos, por ello se observan cambios en la coloración de las líneas de contornos en los diferentes niveles del diseño experimental. Pero fuera del área del diseño experimental al aumentar los niveles de carne hay menor retención de grasa de la carne para hamburguesa. En este mismo sentido [23] reportó valores entre 63,24 a 96,24%. Se ha descrito que la retención de grasa en este tipo de productos depende de varios factores, entre ellos su porcentaje: productos con alto contenido en grasa tienden a perder mayor cantidad durante la cocción, en tanto que productos con bajo contenido en grasa pierden relativamente poca cantidad [24].

Reducción de Diámetro.

En la figura 4, se observa dos grupos en el área del diseño la reducción del diámetro de las carnes el cual osciló de 8 a 10, que corresponden a las zonas de interacción que posee niveles de carne 74,66%, 16% de grasa y 4 % de harina que se encuentra la proporción más pequeña, los mayores de 10%, que se encuentra en todas las zonas de interacción de carne, grasa y harina *C. cajan* y mayores de 10%, En la gráfica Al elevar los niveles de carne en las formulaciones de grasa y harina la reducción de diámetro se disminuye, esto se debe a la matriz proteica tiene esa propiedad de capacidad de retener agua y no encogerse y además con la incorporación de harina ella se estabiliza.

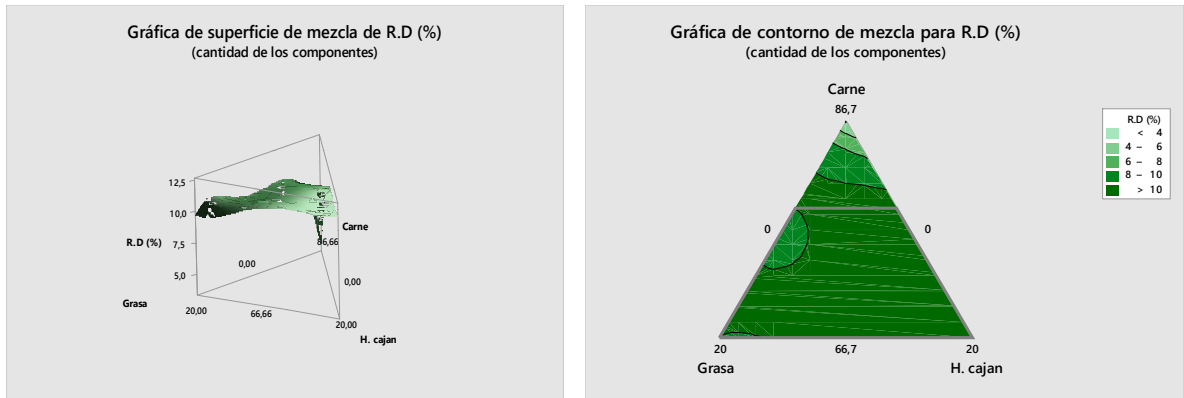


Figura 4. Análisis de la superficie y contorno para la Reducción de diámetro en las carnes para hamburguesas, con carne, grasa y H. cajan

Reducción de contracción.

En la figura 5, se muestra la gráfica de superficie y de contorno, el porcentaje de contracción, posee una forma de cresta ascendente y en la zona interacción de grasa y harina *C. cajan*, no

supera los 30%. Esto confirma que la carne para hamburguesa si no posee una buena proporción de carne, grasa y harina esta puede contraerse en cuanto a la relación de diámetro y espesor.

Sustitución grasa por harina de quinchoncho en carne de hamburguesas

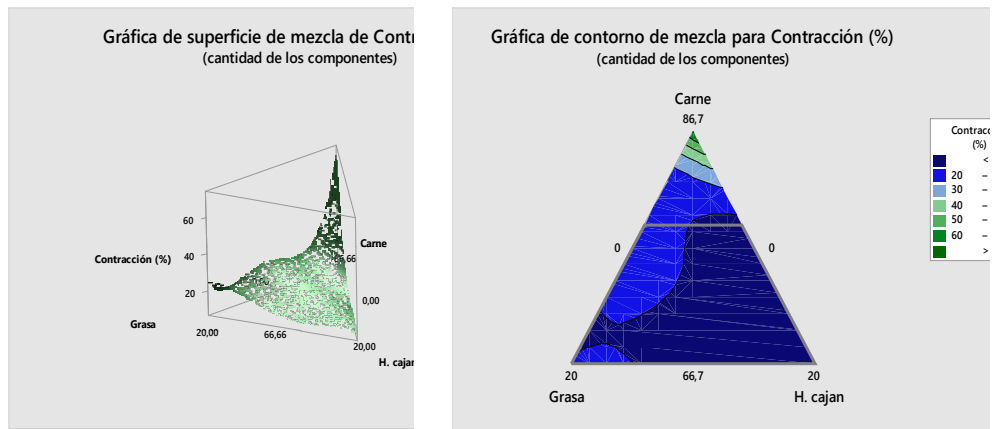


Figura 5. Análisis de la superficie y contorno para la contracción en las carnes para hamburguesas, con carne, grasa y H. cajan.

Dureza.

De acuerdo a la figura 6, que corresponde al análisis de superficie y de contornos para la dureza en carnes para hamburguesa, se visualiza una superficie de cresta descendente, con tres zonas de verde a diferentes intensidades, existe una connotación importante en el vértice

de grasa que representa una zona de baja dureza, que se encuentra en un margen 12,5 a 15 Ncm, y en el resto de las interacciones se encuentran dos zonas que varían de 15 a mayores de 17,5 Ncm, encontrándose que las sustituciones que se hacen en el lado del vértice de Harina *Cajanus cajan* presentan mayores valores.

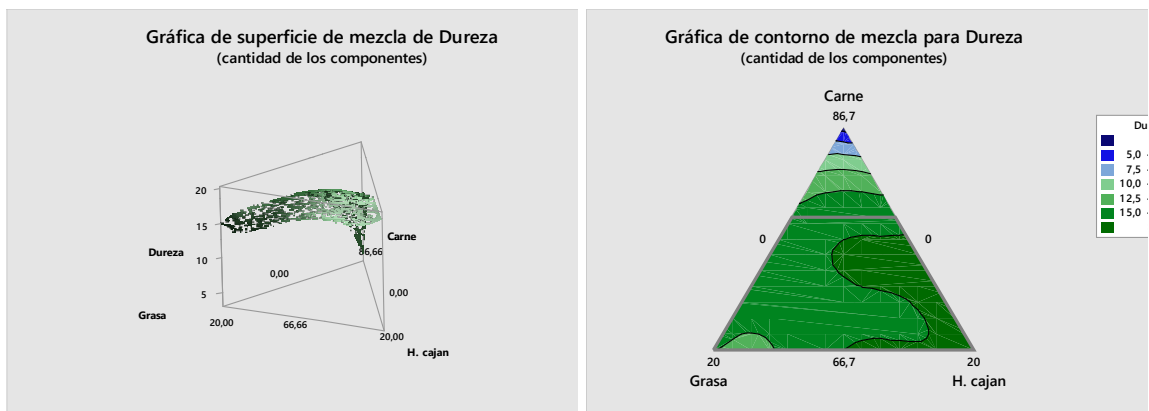


Figura 6. Análisis de la superficie y contorno para la dureza en las carnes para hamburguesas, con carne, grasa y H. cajan.

Luminosidad (L*).

En la figura 7, se observan las gráficas de superficie y de contornos para la característica de color L^* , en la zona de interacción de grasa y harina se encuentran valores menores de 62 y mayores de 70% de luminosidad con 6 grupos de intensidad, en el vértice de la

grasa muy sensible a la adición de harina y se encuentra los mayores valores de luminosidad, y en el vértice de las harinas, encontrándose valores menores de luminosidad que se presenta con una coloración de verde claro.

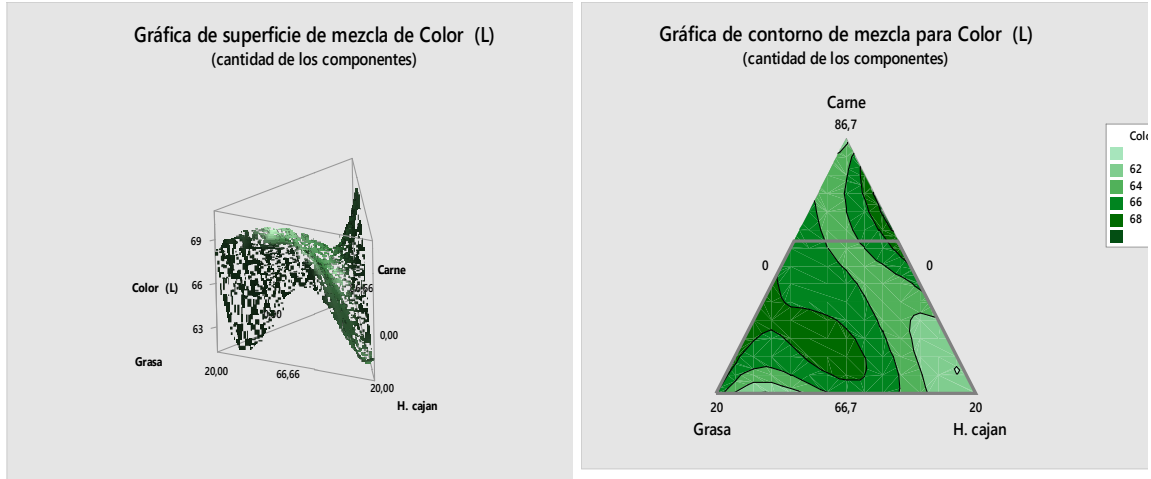


Figura 7. Gráficas de superficie de mezcla y contorno El grado de Luminosidad (L^*) de la Carne para Hamburguesa.

Dichos resultados están en línea con los reportados Jung y Joo [25], quienes encontraron que el hecho de reemplazar en hamburguesas, tocino de cerdo por aceites vegetales condujo a un

significativo aumento de los valores de L^* . Estos resultados pueden ser debido a gradual descomposición de proteínas en el molido, lo que lleva a aumentar la dispersión de la luz [26, 16].

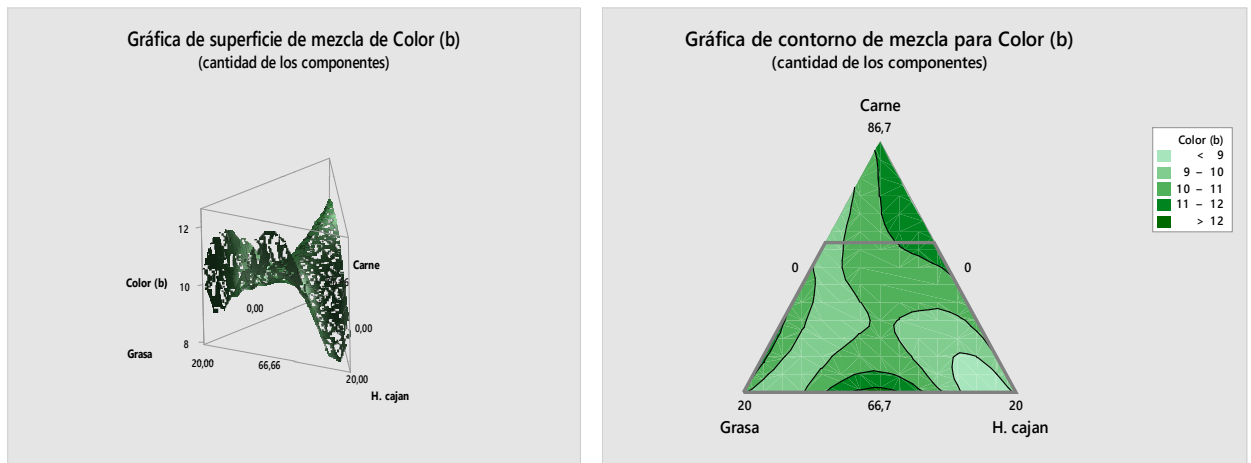


Figura 8. Gráfica de superficie de mezcla y contorno para la variable o característica de amarillento b^* .

Amarillento b^* .

Se observa en la figura 8, el valor amarillento b^* , encontrándose valores de 9 y 12, el valor más alto pertenece a la hamburguesa con 78,66% de carne, 20% de harina *C. cajan* y nada de grasa y se representa a través de una zona de color verde intenso y el más bajo al nivel de 66,66% de carne, 20% de harina y nada de grasa. También se observa una variabilidad a través de diferentes cresta ascendente y descendente de los datos y en algunos casos con la sustitución de harina de *Cajanus cajan* existe una disminución de los valores con respecto al atributo evaluado.

Perfiles de predicción.

Se realizó una estimación del modelo matemático, basado en los diferentes objetivos: Rendimiento de cocción: 70%, retención de humedad: 70%, retención de

grasa 60%, reducción de diámetro: 10%, contracción: 10%, dureza: 16%, color: L^* : 63 y b^* : 9. Y se obtuvo un perfil óptimo. La co-optimización multirespuesta con las siguientes características de respuesta: Carne 76,72 g, Grasa 7,99 g y Harina *C. cajan* 1,94 g con un nivel de deseabilidad cercano al 89,73%.

Comparación de la Formulación óptima de harina *Cajanus cajan* con dos muestras comerciales.

En la Tabla 3, se visualizan los resultados de la evaluación sensorial, para el nivel de agrado, de los atributos: jugosidad, sabor, apariencia, blandura y color, en carnes para hamburguesas de res formuladas con harina del valor óptimo con respecto a marcas comerciales.

Tabla 3. Prueba de aceptabilidad en carne para hamburguesas de res cocidas elaboradas con harinas de *Cajanus cajan* L. Millsp.

Características Sensoriales	Carnes para hamburguesas y marcas comerciales		
	CH1	CH A	CH B
Jugosidad	7,00 ^a	7,00 ^a	5,00 ^b
Sabor	7,5 ^a	7,00 ^b	6,00 ^c
Apariencia	7,00 ^b	6,00 ^c	8,00 ^a
Blandura	6,50 ^b	7,50 ^a	5,50 ^c
Color	6,50 ^b	8,00 ^a	5,00 ^c

Nota: CH1: Carne para hamburguesas de res con 76,66% carne, 7,99 % de grasa y 1,94 % de harina *Cajanus cajan*. CHA: Carne para hamburguesas de res marca A CHB: Carne para hamburguesas de res marca B. Puntuación Promedio de cada característica utilizando una escala “no estructurada” de 9 puntos (9= me gusta muchísimo; 1= me disgusta muchísimo). Literales dentro de una fila con distinto superíndice (^a, ^b, ^c), son estadísticamente diferentes según la prueba de post-varianza de U Mann Witney ($P < 0,01$) previamente se le aplicó prueba de Kruskal Wallis. Los valores son las medianas de $n=100$.

En general, todas las CH fueron aceptables, el valor sensorial más altos fue de 8 que correspondió a los atributos de la apariencia de la carne para hamburguesa comercial B y del color de la carne para hamburguesa A y el más bajo de 5 a los atributos de Jugosidad y color de la muestra comercial B basado en el grado de satisfacción por parte de los panelistas. Los valores de las Carnes para hamburguesa formulada fueron superiores a las marcas B en las propiedades sensoriales evaluadas de los atributos de color, apariencia, jugosidad y blandura, en el sabor obtuvo valores superiores a las otras dos.

proteína fue de 15,175%, de grasa de 0,548% y 2,782% de cenizas, por lo que el tratamiento óptimo es bajo en grasa, rico en minerales, contiene un alto nivel proteico y además posee una buena fuerza de cohesión y alta capacidad de retención de agua. En la evaluación sensorial el tratamiento óptimo con respecto a las dos marcas comerciales presentó valores superiores significativamente en cuanto a color, olor, apariencia, textura y sabor. La formulación determinada en esta investigación permite mejorar la calidad nutricional y organoléptica de la carne para hamburguesa baja en grasa debido a que se demostró que es aceptable por un panel de consumidores.

CONCLUSIONES

Se obtuvo una formulación óptima de 0,6 % de carragenato, 1,6% de proteína aislado de soya y 0,06 % del colorante carmín con una deseabilidad de 0,9239%. El producto óptimo presentó un contenido de humedad de 78,67%, el valor de

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Garcia OR, Acevedo I, Ruiz-Ramirez J. Análisis proximal, Evaluación microbiológica y sensorial de carnes para hamburguesas elaboradas con cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) y soya (*Glycine max*) texturizada. Rev Venez Cs Tecnol Alim 2013; 4 (2): 219-236. Julio-Diciembre,; <http://www.rvcta.org>
- [2] Echeverri LM, Rincón SP, López JH, Restrepo DA. Un acercamiento al diseño de los productos cárnicos bajos en grasa. Parte I. Productos de picado grueso. Rev Facultad Nac Agronomía, Medellín 2004; 57(1): 2233-2256.
- [3] Garcia OR, Ruiz-Ramirez J, Acevedo I. Evaluación físico-química de carnes para hamburguesas bajas en grasas con inclusión de harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) como extensor. Rev Científica, FCV-LUZ, 2012; XXII (6): 497 - 506,
- [4] Serrano A, Librelotto J, Cofrades S, Sánchez-Muniz F, Jiménez-Colmenero F. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. Meat Sci 2007; 77 (3): 304-313. Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci..03.017>
- [5] Biswas AK, Kumar V, Bhosle S, Sahoo J, Chatli MK. Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health Internat J Livestock production, 2011; 2(4): 45-54.
- [6] Turhan S, Temiz H, Sagir I. Characteristic of beef patties using okara powder. J Muscle Foods 2009; (20): 89-100.
- [7] De Smet S, Vossen E. Meat: The balance between nutrition and health. A review. Meat Sci 2016; (120):145-156.
- [8] Piñero MP, Ferre MA, Arena de Moreno L Huerta-Leidenz N, Parra KC, Barboza Y. Efecto of oats soluble fibre (β -glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. Meat Sci 2008; (80): 675-680.
- [9] Ammar ASM, El-Hady ESAA, El-Razik MMA. Quality characteristics of low-fat meat balls as affected by date seed powder, wheat germ and pumpkin flour addition. Pak J Food Sci 2014; (24): 175-185.
- [10] Jiménez-Colmenero F; Carballo J , Cofrades S. Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. Meat Sci 2001; (59): 5–13.
- [11] Meri A. Respuestas y adaptaciones cardiovasculares al ejercicio. Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte. Madrid- España. Editorial Médica Panamericana 2005; (1): 92-93.
- [12] Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). Norma 792-82. Carne de bovino. Caracas, Venezuela 1982.
- [13] Bilek AE, Turhan S. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. Meat Sci 2009; (82): 472-477.
- [14] Hoek AC, Martinus AJ, Van Boekel S, Voordouw J, Pieternel AL, Identification of new food alternatives: How do consumers categorize meat and meat substitutes?. Food Quality and Preference 2011; (22): 371-383.
- [15] Piñero MP, Ferre MA, Arena de Moreno .H, Huerta-Leidenz N, Parra KC, Barboza Y. Evaluación de las propiedades física de carne para hamburguesa de res bajas en grasas elaboradas con β -glucano. Rev Científica FCV-LUZ 2004; XIV (6): 500-505.

- [16] Serdaroğlu M, Kavuşan HS, İpek G, Öztürk B. Evaluation of the quality of beef patties formulated with dried Pumpkin pulp and seed. *Korean J. Food Sci. An.* 2018; 38 (1): 1~13.
- [17] Ulu H. Effects of carragenam and guar gum of the cooking and textural properties of low fat meatballs. *Food chemistry.* 2006; 95: 600-605.
- [18] AOAC. Official methods of analysis. 19th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD, USA 2012.
- [19] Rodriguez DM, Giraldo E, Restrepo DA. Evaluación sensorial e instrumental de textura de salchichones tipo estándar que contienen un extensor cárnico de pasta de pollo. *Rev LA Fac CIENCIAS Farm y Aliment* 2015; 22 (2): 2145-660.
- [20] Montgomery D. 2005. Diseño de experimentos. Limusa Willey. pp 156
- [21] Garibzahedi S.; Mousavi S.; Hamed M, Khodaiyan F y Razavi S. Development of an optimal formulation for oxidative stability of walnut-beverage emulsions based on gum arabic and xanthan gum using response surface methodology. *Carbohydrate polymers* 2012; 87: 1611-1619.
- [22] Turhan S.; Temiz H, Sagir I. Utilization of wet okara in low-fat beef patties. *J Muscle Foods* 2007; 18: 226-235.
- [23] Salcedo-Sandoval J L Agente de carga Konjac y partículas de hidrogel como nuevo sistema de incorporación de aceites en productos cárnicos. Tesis doctoral de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Veterinaria 2015; <http://eprints.ucm.es/33722/1/T36571.pdf>
- [24] Serrano A, Librelotto J, Cofrades S; Sánchez-Muniz F, Jiménez-Colmenero F. Composition and physicochemical characteristics of restructured beef steaks containing walnuts as affected by cooking method. *Meat Sci* 2007; 77(3), 304-313. Disponible: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.03.017>.
- [25] Jung E, Joo N. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) and soybean oil effects on quality characteristics of pork patties studied by response surface methodology. *Meat Sci* 2013; 94: 391-401.
- [26] Mokhtar SM, Youssef KM, Morsy NE. The effects of natural antioxidants on colour, lipid stability and sensory evaluation of fresh beef patties stored at 4°C. *J Agroalimentary Processes and Technologies* 2014; 20(3), 282-292.
- [27] Soltanizadeh N, Ghiasi-Esfahany H. Qualitative improvement of low meat beef burger using Aloe vera. *Meat Sci* 2015; 99: 75–80.