

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE CARNE PARA HAMBURGUESAS DE RES “BAJAS EN GRASAS” ELABORADAS CON β -GLUCANO

Evaluation of Physical Properties of “Low-Fat” Meat for Hamburger Beef Formulated with β -Glucan

María Patricia Piñero C.¹, Mary Ann Ferrer M.¹, Lilia Arena de Moreno², Nelson Huerta-Leidenz², Katynna C. Parra O.¹ y Yasmina Barboza de M.¹

¹Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición (LIDN). Facultad de Medicina. Universidad del Zulia.

²Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia.

E-mail: Maripat-5@hotmail.com

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de la sustitución de grasa sobre el rendimiento a la cocción (RC), la reducción del diámetro (RD), retención de grasa (RG), retención de humedad (RH), y fuerza de corte (FC) en carne para hamburguesas de res “bajas en grasa”, elaboradas con diferentes proporciones de un concentrado de β -glucano. Se formularon carne para hamburguesas con tres niveles de sustitución de grasa (A) 50%; (B) 70% y (C) 90%, comparando con un control de un 20% de grasa. Las muestras fueron pesadas antes y después de la cocción. La fuerza de corte se evaluó con un equipo Warner-Bratzler. Las formulaciones con mayor concentración de β -glucano (B y C) resultaron ser más blandas y con mayor retención de humedad ($P < 0,05$) en relación al control. No se encontró diferencias significativas entre formulaciones para el RC y la RD. La ausencia de β -glucano en el control disminuyó significativamente ($P < 0,05$) la retención de grasa. Sin embargo, los tres tratamientos con β -glucano mantienen porcentajes similares de RG, RD y RC ($P > 0,05$). Los hallazgos sugieren que el β -glucano es un ingrediente funcional que puede ser efectivamente usado para mejorar las propiedades físicas de las carnes para hamburguesas “bajas en grasa”.

Palabras clave: Propiedades físicas, carne para hamburguesa “baja en grasa”, β -glucano, sustituto de grasa.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the effect of fat substitution on cooking yield (CY), diameter reduction (DR), fat and moisture retention (FR and MR) and shear force (SF) in “low-fat” meat for hamburger, manufactured with different concentrations of β -glucan. Meat for hamburgers was formulated with three levels of fat substitution (A) 50%, (B) 70% and (C) 90%, and compared with “a control” that contain 20% fat. The samples were weighed before and after cooking, the shear force was evaluated using a Warner-Bratzler equipment. The formulations with more β -glucan concentration (B and C) were softer and had more moisture retention ($P < 0.05$) than the control. There were no significant differences among formulations CY and DR. The absence of β -glucan in the control reduced significantly ($P < 0.05$) the fat retention. However, the three treatments with β -glucan had similar percentages of FR, DR and CY. Results suggest that β -glucan is a functional ingredient that can be effectively used to improve the physical properties of “low-fat” meat for hamburger beef.

Key words: Physical properties, “low-fat” meat for hamburger, β -glucan, fat substitute.

INTRODUCCIÓN

Los cambios constantes en las recomendaciones dietéticas han incrementado la demanda de productos “bajos en grasa”. Esta tendencia se ha ejercido sobre los cárnicos de consumo masivo, tal como las hamburguesas, por contener altas

cantidades de grasa saturada, asociadas a las enfermedades cardiovasculares [17, 19].

La reducción de los niveles de grasa en los productos altera las propiedades físicas que influyen sobre las características organolépticas, generando problemas de aceptabilidad por parte del consumidor [11,16].

Con el propósito de mejorar las características físicas, se ha sustituido la grasa por ingredientes funcionales (ligantes), derivados de la fibra de avena (concentrados de β -glucano). Estos ligantes se han considerado ingredientes beneficiosos para la salud, por estar asociado con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares [1, 4, 28, 29].

En Latinoamérica, a pesar de la existencia de productos cárnicos denominados "ligeros" y/o "reducidos en grasa", no se dispone de suficiente literatura científica que aborde el efecto de la utilización de ligantes sobre las propiedades físicas de carnes de hamburguesas formuladas como "bajas en grasa". Menos se sabe del efecto del β -glucano, como sustituto de grasa en la mejora de estas propiedades. Por lo anteriormente expuesto, en este trabajo se planteó como objetivo evaluar las propiedades físicas de carnes para hamburguesas de res "bajas en grasa", elaboradas con diferentes proporciones de un concentrado de β -glucano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del experimento

La manufactura de las carnes para hamburguesas 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. El proceso comprendió la fabricación de cuatro (4) lotes en dos turnos (mañana y tarde) cada 15 días. Se elaboraron carnes para hamburguesas con tres niveles de sustitución de grasa (A= 50%; B= 70%, C= 90%), y un control que contenía 20% de grasa. Se realizaron en total 32 procesos (4 lotes x 2 turnos x 4 niveles de sustitución). Cada uno rindió aproximadamente 60 carnes para hamburguesas.

Obtención de la Materia Prima

Se utilizó el corte cárnico conocido como "solomo abierto", que comprende los músculos dorsal largo (en su porción cervical), trapecio, parte del deltoides y multifido dorsal; suministrado por un matadero de la localidad, 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 el PTU. La carne y la grasa frescas se conservaron en una cámara frigorífica a -8°C durante un día, para luego ser descongeladas durante 24 h antes del procesamiento.

El concentrado de β -glucano (NUTRIM-10[®]) fue obtenido a través del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). Este se diluyó en agua destilada al 25%, para obtener un gel que sustituyó a la grasa en una proporción peso/peso.

Formulación y fabricación de las carnes para hamburguesas

La TABLA I, muestra las proporciones de materia prima e ingredientes utilizadas en las diferentes formulaciones bajo estudio.

La carne y la grasa se molieron en un molino industrial con platillo de 10 mm (Fatosa, Modelo # 527- P-114), y se mezclaron con el gel (NUTRIM-10[®]), utilizando una mezcladora (Fatosa, modelo # 2174, RM-90), durante 2 min. Posteriormente, se añadieron los condimentos en forma de salmuera a 4°C, mezclándolos continuamente durante 8 min. Transcurrido este tiempo, la mezcla se pasó por el molino, utilizando esta vez un platillo de 6 mm. De la mezcla final, se pesaron porciones aproximadas de 110 g, en una balanza digital (CAS-AD[®], modelo # 150-AS). Se moldearon en tortas de 10 cm de diámetro y 1.10 cm de grosor. La formulación control siguió el mismo procedimiento de la mezcla tratada.

Envasado y almacenamiento

Las carnes se colocaron en bandejas de anime en grupo de 4 unidades separadas con papel parafinado. Se envolvieron con polietileno permeable a los gases, para ser congeladas a -8°C durante 15 días, simulando el tiempo promedio de permanencia comercial de las hamburguesas en los mercados de la localidad [22]

Método de cocción

Las carnes para hamburguesas, previamente descongeladas a 5°C por 12 h, se cocinaron siguiendo la metodología descrita por la Asociación Americana de Ciencia de la Carne (AMSA) [2], en una plancha de teflón sobre una cocina eléctrica (Sueco[®], modelo # 0624 614). La temperatura interna final fue de 71°C, determinada mediante una termocupla digital (marca KOCH, de 0 a 150°C), correspondiente al término de cocción "Bien cocida".

Evaluación de propiedades físicas

La evaluación física de las muestras comprendió el Rendimiento de Cocción (RC) y la Reducción del Diámetro (RD) de las hamburguesas con la cocción, la Retención de la Grasa (RG) y Retención de Humedad (RH) después de la cocción y la Fuerza de Corte (FC) de la carne para hamburguesa cocida.

Estas pruebas se realizaron con seis (6) muestras/lote, de cada formulación, seleccionadas al azar. Cada una se pesó antes y después de la cocción en una balanza digital (OHAUS[®] TS6005). El diámetro de las carnes crudas y cocidas se determinó con una regla milimetrada.

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

Ingrediente	Formulación			
	A	B	C	Control
Carne	67,22	67,22	67,22	67,22
Grasa	9,66	5,77	1,87	19,33
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
NUTRIM 10 [®] (en gel al 25%)	9,58%	13,45%	17,35%	0,00

*: valores expresados en g / 100g de mezcla. A: Carne para hamburguesa “baja en grasa” con 50% de sustitución de grasa. B: Carne para hamburguesa “baja en grasa” con 70% de sustitución de grasa. C: Carne para hamburguesa “baja en grasa” con 90% de sustitución de grasa. Control: Hamburguesa con 20% de grasa.

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

1. % Rendimiento a la cocción =

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

2. % Reducción del Diámetro =

$$\frac{\text{Diámetro de la CH} - \text{Diámetro de la CH cocida} \times 100}{\text{Diámetro de la CH}}$$

3. % de Retención de Grasa =

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

4. % de Retención de Humedad =

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

Donde: CH = Carne para hamburguesas.

La fuerza de corte (resistencia al corte) se determinó con un equipo Warner Bratzler (W-B). Las carnes cocidas y previamente equilibradas a 25°C, se horadaron con un sacabocados de 1,3 cm de diámetro. De esta manera, se obtuvieron 3 porciones del centro de cada muestra, que fueron sometidos a la prueba. La medición de la fuerza (Kg) para cortar la porción de torta cocida, se hizo por triplicado y el promedio resultante representó el valor de la resistencia al corte de las hamburguesas para cada formulación.

Determinación del contenido de grasa y humedad

Para la determinación del porcentaje de grasa y humedad de las muestras, se seleccionaron al azar 6 carnes 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°C hasta su análisis.

El contenido de humedad se determinó según el método gravimétrico directo de la AOAC [3] en estufa convencional (Marca Lab-line Instruments, INC Modelo # 3516 M).

Para la determinación de lípidos, se pesaron aproximadamente 2,5 g de muestra homogeneizada en una balanza electrónica (Marca Metler Modelo AE200[®]) para ser mezclada en un homogenizador (Virtis[®] Modelo 27625) con 15 mL de una solución de cloroformo- metanol (2:1 v/ v) por 3 min, y obtener un extracto lipídico, siguiendo el procedimiento de Folch y col. [12].

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, con balance en el número de observaciones por celda, con un arreglo factorial de 4 (nivel de sustitución de grasa) x 4 (lotes de fabricación) x 2 (turnos). Mediante el modelo aditivo lineal, se evaluaron los efectos del tipo de formulación (50, 70 y 90% de sustitución de la grasa y control), lote, turno y sus interacciones sobre el rendimiento a la cocción, reducción del diámetro, retención de la grasa, retención de humedad y fuerza de corte de las hamburguesas.

Para el análisis estadístico de las características físicas se utilizó el paquete estadístico SAS [23], del Statistical Analysis System Institute. Se aplicó análisis de varianza (ANOVA) con el procedimiento PROC- GLM. Cuando los efectos principales resultaron significativos ($P < 0,05$) se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias. Los efectos significativos ($P < 0,05$) de interacción se reportaron a través del procedimiento de separación de medias-mínimo cuadráticas (LSMEANS) del SAS [23].

El grado de asociación entre las variables se evaluó mediante el coeficiente de correlación lineal de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del tipo de formulación sobre las propiedades físicas de las hamburguesas

La sustitución de grasa por el β -glucano afectó ($P < 0,05$) la retención de humedad, la retención de grasa y la fuerza de corte de las carnes para hamburguesas, al compararlo con el control (TABLA II).

La retención de humedad fue mayor ($P < 0,05$) en las formulaciones con mayor concentración de β -glucano (70 y 90%). Este mismo comportamiento lo observaron El-Magoli y col. [11], Troy y col. [26] y Desmond y col. [8] en carnes para hamburguesas "bajas en grasa" formuladas con ligantes diferentes al β -glucano.

Varias investigaciones [10, 14, 21], destacan la importancia de la capacidad de retención de agua en carnes para hamburguesas "bajas en grasa" durante la cocción. Esta radica en que el contenido de humedad afecta positiva y significativamente las características organolépticas relacionadas con la textura del producto y por lo tanto, su aceptabilidad por el consumidor.

La fuerza de corte tendió a disminuir con cada porcentaje creciente de sustitución de grasa (TABLA II). La hamburguesa con mayor proporción del ligante, arrojó el menor valor ($P < 0,05$) para la fuerza de corte, mientras que el control presentó la mayor resistencia al corte ($P < 0,05$). La disminución en la fuerza de corte se pudiera atribuir a la mayor retención de humedad pro-

vocada por el aumento en la concentración de β -glucano; demostrando que la utilización de este ligante mejora significativamente la blandura en este tipo de producto cárnico.

Investigaciones basadas en el estudio de las propiedades físicas de carne para hamburguesas "bajas en grasa", han destacado la importancia de la relación de hidratación agua: ligante, al afectar la unión de la matriz proteica y disminuir los valores de fuerza de corte [7, 20]. En este estudio, la correlación entre fuerza de corte y porcentaje de retención de humedad es moderadamente inversa ($r = -0,40$; $P < 0,0001$), hecho que sustenta esta suposición. En contraste, otros autores como Berry [6] y Jhonson y col. [18], han reportado mayores valores para la fuerza de corte en carnes para hamburguesas con menor contenido de grasa, cuando no se utilizan ligantes en sus formulaciones.

El ANOVA no arrojó diferencias significativas entre formulaciones ($P > 0,05$) para el rendimiento a la cocción, pese a los resultados obtenidos en el porcentaje de retención de humedad, y la existencia de una alta correlación entre ésta variable y el rendimiento ($r = 0,88$; $P < 0,0001$). La similitud encontrada ($P > 0,05$) en la reducción del peso crudo por efecto de la cocción entre las formulaciones podría justificar este resultado.

El-Magoli y col. [11], al formular este tipo de carnes conteniendo 1 a 4% de concentrado de proteína de suero, encontró valores de rendimiento similares (71 a 75%) a los de este estudio. En contraste, Troy y col. [26], y Desmond y col. [8] reportaron menores valores (61- 67%) en el rendimiento de cocción para carnes de hamburguesas, formuladas con diferentes ligantes. Esto corrobora que el β -glucano, al compararlo con otros tipos de ligantes, tiene una alta capacidad de retención de grasa y humedad.

La menor retención de grasa en el control ($P < 0,05$) se podría explicar por la ausencia de β -glucano y por la menor estabilidad de la grasa en la matriz proteica, a medida que aumenta su contenido en el producto cárnico [25], sin embargo, la similitud encontrada ($P > 0,05$) entre los tratamientos con β -glucano, demuestran que su efecto ligante, es independiente de la cantidad adicionada en cada formulación. En este senti-

TABLA II
MEDIAS ARITMÉTICAS \pm DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN HAMBURGUESAS "BAJAS EN GRASA" DE ACUERDO AL NIVEL DE SUSTITUCIÓN DE LA GRASA

Propiedad física	Sustitución de grasa			
	50% (n=24)	70% (n=24)	90% (n=24)	Control (n=24)
Rendimiento a la cocción (%)	73,35 \pm 6,60	73,49 \pm 6,24	74,96 \pm 6,34	71,50 \pm 3,86
Reducción del diámetro (%)	22,50 \pm 4,55	23,33 \pm 4,25	22,33 \pm 6,04	21,00 \pm 3,10
Retención de Humedad (%)	47,26 \pm 4,40 ^a	47,85 \pm 4,09 ^{a,b}	51,32 \pm 4,89 ^b	43,84 \pm 2,84 ^a
Retención de la Grasa (%)	71,21 \pm 10,56 ^a	73,18 \pm 14,40 ^a	76,44 \pm 18,91 ^a	57,23 \pm 7,53 ^b
Fuerza de corte (Kg)	0,17 \pm 0,18 ^a	0,10 \pm 0,09 ^{a,b}	0,06 \pm 0,08 ^b	1,30 \pm 0,61 ^c

a, b, c: Medias con letras distintas en una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).

do, algunos autores resaltan la capacidad del β - glucano para fijar la grasa [13, 14, 15, 24, 27].

Tampoco se detectaron diferencias en la reducción del diámetro en las carnes formuladas con β - glucano y en el control, al cocerlas ($P>0,05$). Los valores medios de esta variable (TABLA II) se ubicaron dentro del rango (20 a 26%) reportado por Dreeling y col. [9] en carnes para hamburguesas "bajas en grasa" sin ligantes. Se han reportado valores inferiores de encogimiento (15 y 24%) en este tipo de producto con ligantes [5]; mientras Taki [24] obtuvo apenas un 14% de reducción al cocinar carnes formuladas con almidón modificado, harina de arroz, sal, emulsificantes y saborizantes.

CONCLUSIÓN

El concentrado de β - glucano (NUTRIM-10[®]) a un nivel de 17,35%, resulta ser efectivo para mejorar las propiedades físicas de hamburguesas de res "bajas en grasa", fundamentalmente al propiciar una mayor retención de humedad y por ende, disminuir la fuerza del corte. Además, la proporción del concentrado de β -glucano (9,58; 13,45 y 17,35%) en la formulación de las carnes para hamburguesas "bajas en grasa", no afecta la retención de grasa, la reducción del diámetro ni su rendimiento durante la cocción, lo que demuestra que el β -glucano es un ligante funcional efectivo en la formulación de este tipo de producto a escala industrial.

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 el sustituto de grasa (NUTRIM-10[®]).

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 13th ed., Washington, D. C. 24.036- 73. 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.; LEDDY, K. Effects of fat level and cooking method on sensory and textural properties of ground beef patties. **J. Food. Sci.** 49: 870-879. 1984.
- [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] DAWKINS, N.; PHELPS, O.; MCMILLIN, K.; FORRESTER, I. Composition and physicochemical properties of chevon patties containing oat bran. **J. Food. Sci.** 64 (4):597-600. 1999.
- [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] EL-MAGOLI, L.; LAROIA, 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.
- [12] 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.
- [13] GIESE, J. Developing low- fat meat products. **Food. Tech.** 46: (71): 100-108. 1992.
- [14] INGLETT, G.; GRISAMORE, S. Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. **Food. Tech.** 45: 104-106. 1991.
- [15] INGLETT, G.; WARNER, K.; NEWMAN, R. Sensory and nutritional evaluations of oatrim. **Cer. Food. World.** 39 (10): 755-759. 1994.
- [16] JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. **Trends. in Food. Sci. and Technology.** 11: 56-66. 2000.
- [17] JOHNSON, R.; KENNEDY, E. The 2000 Dietary guidelines for americans: What are the changes and why were they made?. **J. Am. Diet. Assoc.** 100 (7): 769-774. 2000.
- [18] JOHNSON, L., WILLIAMS, S., NEEL, S.; REAGAN, J. Foodservice industry market profile study: Nutritional and objective textural profile of foodservice ground beef. **J. Anim. Sci.** 72: 1487-1491. 1994.
- [19] KRIS- ETHEERTON, P. Science Advisory: Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease. **J. Nutr.** 129: 2280-2284. 1999.

- [20] MANSOUR, E.; KHALIL, A. Characteristics of low- fat beefburgers as influenced by various types of wheat fibres. **J. Sci. Food. and Agric.** 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. Científica FCV-LUZ.** XII (6): 715-720. 2002.
- [23] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS). User's Guide: Statistics. Versión 8. 5th Ed. Carry NC. 1995.
- [24] TAKI, G. Functional ingredient blend produces low-fat meat products to meet consumer expectations. **Food. Tech.** 45 (70): 70-74. 1991.
- [25] TORNERBERG, E.; OLSSON; PERSSON, K. A comparison in fat holding between hamburgers and emulsion sausages. **Proceedings of the 35th International congress of meat science and technology, Copenhagen, Denmark, III.** 752-759 pp. 1989.
- [26] 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.
- [27] 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.
- [28] WOOD, P. Aspects of the chemistry and nutritional effects of non- starch polysaccharides of cereal. **Amer. Assoc. Cereal. Chem.** 293-314 pp. 1992.
- [29] WORD, P.J.; BEER, MU. Productos Funcionales de Avena. En: **Alimentos Funcionales. Aspectos Bioquímicos y de Procesado.** 1^a ed. Editorial Acribia. Zaragoza. España. 1-35 pp. 1998.