

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE PROTEÍNA PLASMÁTICA SOBRE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CALIDAD PROTEICA DE UN PRODUCTO FORMULADO CON MAÍZ TIERNO

Effects of Plasmatic Protein Addition on the Chemical Composition and the Protein Quality of a Product Prepared with Tender Corn

Yasmina Barboza, Erika Arévalo, Enrique Márquez, María Patricia Piñero, Katynna Parra y Hazel Anderson

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición, Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. E mail: yasmib@cantv.net

RESUMEN

El alto índice de pobreza extrema, presente en ciertas regiones del país, ha promovido la creación de productos que sean de alto valor nutricional y bajo costo. El propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de la adición de plasma de bovino sobre la composición química y calidad proteica de un producto formulado con maíz tierno. Para ello 6 productos fueron formulados incluyendo un control. El tratamiento seleccionado, fue el que permitió agregar la mayor cantidad de plasma de bovino, utilizando 53,5% de maíz tierno y 40% de plasma. Al producto seleccionado y al control se le determinó humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas (AOAC) y rendimiento. Los aminoácidos esenciales se determinaron por HPLC. Para la evaluación biológica de las proteínas se determinó la digestibilidad aparente y el Índice de Eficiencia Proteica. La presente investigación demuestra que el producto con agregado plasmático aporta 6,47% de proteínas, 0,98% de grasa, 1,40 de fibra, 0,9% de cenizas, 63,28% de humedad, y su rendimiento fue de 80,74%. El contenido de aminoácidos esenciales concuerda con los requerimientos establecidos por la FAO. El producto presentó un 81,08% de digestibilidad aparente y un PER de 2,64. En conclusión el producto obtenido por su óptima calidad proteica y valor nutritivo, puede ser utilizado como una alternativa para ayudar a solventar los problemas nutricionales y económicos que enfrenta la población.

Palabras clave: Proteína plasmática, maíz tierno, producto nuevo.

ABSTRACT

The continuous increment of population in the world and the protein deficiency in the human nutrition, determines the critical necessity to produce food with high nutritional value and economically accessible to populations of low resources. The purpose of this work was evaluated the effects of plasmatic protein addition on the chemical composition and protein quality in a product formulate with tender corn. Six products were formulated including a control. The selected treatment was the one that allowed to add the higher quantity of bovine plasma and was prepared using 53.5% of tender corn and 40% plasma. Protein, fat, fiber, humidity, ashy (AOAC) and yield were determined to select product and control. The essential amino acids were determined by HPLC. For the biological evaluation of protein, apparent digestibility and Protein Efficiency Ratio were determined. Results indicated that the formulated product contain 6.47% of protein, 0.97% of fat, 1.40% of fiber, 0.9% of ashy, 63.28% of humidity, and its yield was of 80.74%. In nearly all cases, the formulated product meets or exceeds the estimated ideal concentration for all essential amino acids. The apparent digestibility was 81.08 and PER 2.64. In conclusion the formulated product with plasmatic protein by the high nutritional quality can be used as alternative to resolves nutritional and economic problems.

Key words: Plasmatic protein, tender corn, new product.

INTRODUCCIÓN

Las graves deficiencias en proteínas de origen animal que se presentan en varios países del mundo constituyen un motivo de constante preocupación por parte de los organismos

nacionales e internacionales. En Venezuela, al igual que en otros países de América Latina, los salarios reales se han deteriorado y la pobreza ha aumentado, esta situación ha afectado negativamente el consumo de alimentos de origen animal en los estratos sociales de menores ingresos. Se observa entonces que los alimentos de origen vegetal constituyen una parte importante de la dieta y en muchos países en vías de desarrollo son la base de la alimentación [12, 15].

El consumidor actual exige cada vez más que se le oferten alimentos sanos, nutritivos y baratos de manera que el presupuesto familiar le rinda al máximo sin comprometer el estado nutricional de la familia.

Por ello, es de constante interés la búsqueda de productos nutricionales accesibles. Una vía en la cual se intenta mejorar el estado nutricional es mediante la utilización de cereales, entre estos el maíz, el cual ha adquirido importancia en la nutrición de millones de personas en todo el mundo, siendo un alimento básico en la dieta cotidiana de muchas poblaciones, especialmente México, América Central, Venezuela y Colombia [7]. Su extraordinaria capacidad de adaptación lo ha convertido en uno de los cereales más importantes, particularmente de las poblaciones de países de menor desarrollo económico, que viven bajo la amenaza constante de la desnutrición y de hambre [7].

En Venezuela, el maíz se consume bajo distintas modalidades, tales como harina de maíz para preparar arepas y polentas, en hojuelas, mazorcas cocidas y cachapas entre otros [10]. Sin embargo, al lado de su enorme importancia como alimento generalizado, posee una limitante en cuanto a su valor nutritivo. La calidad de sus proteínas se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales sobre todo lisina y triptófano, pero contiene cantidades importantes de metionina [6]. De allí, que se han realizado grandes esfuerzos para mejorar el aprovechamiento de sus nutrientes. Así tenemos que desde el año 1993, se han desarrollado programas alimentarios para el enriquecimiento de subproductos del maíz, algunos de los cuales se han enriquecido con hierro y vitamina A [16, 18]. Otra alternativa utilizada es el enriquecimiento con aminoácidos o fuentes de proteína rica en aminoácidos limitantes de manera de poder compensar su deficiencia en aminoácidos esenciales [7].

El plasma sanguíneo de bovino, el cual es un producto de desecho en los mataderos, constituye una fuente proteica importante por su alto contenido en albúmina con un alto contenido en lisina e isoleucina pero, deficiente en metionina, esto lo hace una posible fuente de nutrientes y una materia prima de bajo costo [6]. Estas proteínas presentan características favorables para su utilización en la industria de los alimentos como lo son: alto valor nutritivo, agente emulsificante, espumante, ligante y capacidad de formar geles [2]. El plasma aporta aproximadamente un 7% de proteínas y es utilizado para la formulación de alimentos y medios de cultivo para Lactobacilos [3, 4].

El futuro de la alimentación en Venezuela y quizás de otros países en desarrollo va a depender en gran parte de que la tecnología de alimentos sea capaz de aprovechar las fuentes disponibles de alimentos en el país, adaptar y desarrollar nuevos productos que permitan variar y complementar la dieta de la población mayoritaria a bajo costo.

De esta manera, toda técnica dirigida a mejorar y aumentar el valor nutritivo de los alimentos destinados al consumo humano, constituye un reto, por esta razón el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la incorporación de plasma sanguíneo de bovino sobre la composición química y calidad proteica de un producto tipo cachapa formulado con maíz tierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención de la materia prima

La sangre de bovino se obtuvo de un matadero de la localidad (MASINCA) y fue recolectada en envases plásticos limpios que contenían 100 ml de una solución de citrato de sodio al 2% p/v por cada litro de sangre. Posteriormente fue transportada al laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición (LIDN), bajo condiciones de refrigeración (5°C), donde fue inmediatamente separada en sus fracciones plasma y paquete globular mediante centrifugación a 2500 x g durante 30 minutos en una centrifuga (marca Internacional, modelo KN° 69984M23).

El maíz tierno (jojoto) fue adquirido en un supermercado de la localidad, posteriormente fue deshojado y desgranado utilizando un cuchillo de acero inoxidable y colocado en conservadores plásticos tapados.

Formulaciones

El estudio fue desarrollado en dos fases; en la primera se determinó la factibilidad de utilizar proteína plasmática de bovino como ingrediente fortificante en la formulación de un producto con maíz tierno tipo "cachapa", para ello se ensayaron una serie de formulaciones para seleccionar aquella que permitiera agregar la mayor cantidad de plasma sin afectar el manejo tecnológico de la mezcla para obtener el producto. En este estudio se formularon 6 unidades de análisis o formulaciones (A, B, C, D, E, F) las cuales fueron elaboradas 2 veces por semana durante un periodo de tres meses, los ingredientes utilizados se muestran en la TABLA I.

Proceso de elaboración y diseño experimental

Durante la segunda fase un total de 36 muestras (18 con plasma (D) y 18 control (A) fueron elaboradas durante un periodo de tres (3) meses, preparando seis lotes del producto, uno cada quince días.

El maíz tierno fue desgranado y mezclado en una licuadora industrial (marca Electromaster) durante 1 min, a conti-

TABLA I
INGREDIENTES UTILIZADOS PARA LA FORMULACIÓN DE LOS PRODUCTOS A BASE DE MAÍZ TIERNO Y PROTEÍNA PLASMÁTICA. INGREDIENTS USED IN THE FORMULATION OF PRODUCTS WITH TENDER CORN AND PLASMATIC PROTEIN

Ingredientes (g/%)	Formulaciones					
	A	B	C	D	E	F
Maíz tierno (jojoto)	53,5	63,5	58,5	53,5	48,5	43,5
Agua	40	-	-	-	-	-
Plasma	-	30	35	40	45	50
Azúcar	6	6	6	6	6	6
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

nuación se agregaron los demás ingredientes y se continuó mezclando por 1 min. La mezcla fue separada en porciones de 100 g, y sometida a cocción durante 1 min, por cada lado, utilizando un sartén. El producto fue pesado antes y después de la cocción para medir su rendimiento.

Análisis químico

El contenido de proteínas, grasa, fibra, humedad y cenizas del producto final fueron determinados de acuerdo a los métodos establecidos por la AOAC [1].

El contenido de carbohidratos disponible se calculó por diferencia, utilizando la siguiente ecuación: $100 - (\% \text{ de grasa} + \% \text{ proteína} + \text{humedad} + \text{cenizas} + \text{fibra})$.

La energía metabolizable se determinó utilizando el método empírico propuesto por Livesey [20], para ello se multiplicó el porcentaje de carbohidratos y proteínas por 4,0 Kcal., y el porcentaje de grasa por 9 Kcal. La sumatoria se multiplicó por el factor 0,9 para considerar la energía perdida en las heces.

Aminoácidos esenciales

Para determinar el contenido de aminoácidos, las muestras fueron previamente hidrolizadas a 122°C por 22 h con HCL 6N. Se utilizó como patrón de referencia soluciones estándares preparadas a partir de una solución madre de origen comercial (Sigma Chem. Co., USA). Las muestras fueron derivatizadas antes de la separación cromatográfica con una solución fluorescente de orthoptalaldehído (OPA), al momento de la inyección [19]. La determinación se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), utilizándose un cromatógrafo marca SHIMADZU modelo LC-6A, provisto de una cámara mezcladora de solventes, un horno para columna CTO-6A. Se inyectó 20 µL de muestra utilizando un inyector automático modelo SIL6B. Para detectar los aminoácidos se empleó un detector de fluorescencia FLD6A a una longitud de onda de excitación de 350 nm. Se utilizó una columna ALTEX ultrasphere ODS. El detector fue acoplado a una computadora marca Epson Action Tower 8000 con Software Shimadzu Class-VTPM.

Pruebas biológicas

La calidad proteica del producto a base de maíz tierno y proteína plasmática de bovino, se determinó utilizando el índice de Eficiencia Proteica (PER) y la Digestibilidad Aparente (DA), siguiendo la metodología propuesta por la AOAC [1]. Para ello se utilizaron 20 ratas machos de la raza Sprague Dawley recién destetadas, las cuales fueron divididas en 2 grupos de 10 animales y colocadas en jaulas individuales galvanizadas con piso de malla, bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura, aire e iluminación (12 horas luz/12 horas oscuridad). Antes de iniciar la investigación las ratas fueron sometidas a un período de aclimatación por 3 días. Un grupo fue alimentado con una dieta control, a base de caseína, y el otro grupo fue alimentado con la dieta experimental, a base de maíz tierno y proteína plasmática con 10% de proteína.

La dieta y el agua fueron proporcionadas *ad libitum*, controlando a diario la cantidad del alimento consumido, así como el peso de las ratas y la cantidad en gramos de heces excretadas. Al alimento consumido y a las heces se les determinó el contenido de nitrógeno por el método de Kjeldahl descrito por la AOAC [1]. Los valores de nitrógeno obtenidos fueron convertidos en su equivalente a proteína ($N \times 6,25$).

La digestibilidad aparente se realizó durante los primeros diez días de la investigación, mientras que el PER se midió a los 28 días del ensayo.

Análisis estadístico

El análisis estadístico de los resultados obtenidos se realizó utilizando un Modelo Mixto que incluyó el efecto fijo de tratamiento y el efecto aleatorio de la muestra no controlada en el experimento sobre las observaciones. Las diferencias entre medias fueron realizadas con prueba de t de student. Para los análisis se utilizó el Procedimiento Mixeal del programa SAS PROC GLM [24].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los tratamientos formulados con agregado de plasma, el D fue seleccionado, porque permitió la mayor adición de

plasma (40%) sin afectar el manejo tecnológico de la mezcla para obtener el producto y sin alterar las características organolépticas.

La TABLA II muestra los valores promedios de rendimiento, humedad, proteína, grasa, fibra, carbohidratos disponibles, cenizas y energía metabolizable (Kcal.) de las formulaciones A (control) y D (con plasma).

Rendimiento del producto

El valor promedio del rendimiento de la formulación D fue de $80,74 \pm 0,16$ y el control $77,17 \pm 0,16$ g/100, observándose diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los mismos. El elevado rendimiento mostrado en la formulación D, pudo ser atribuido a la capacidad ligante de las proteínas plasmáticas. Barboza y col. [2], señalan que el efecto positivo que tiene el plasma de bovino sobre el rendimiento y la acción ligante, se debe a la propiedad de gelación que lo caracteriza, el cual si es utilizado a una concentración proteica de 4,5% mantiene su capacidad de formar gel sin verse afectado por la temperatura de refrigeración o congelación.

Muchos estudios han demostrado que la gelificación de las proteínas es una propiedad funcional fundamental en la preparación de varios alimentos y es importante ya que mejora la absorción del agua, espesamiento, adhesión y emulsión [14-23]. Márquez y col. [21], señalan que la sustitución de agua por plasma en la formulación de productos cárnicos mejora el rendimiento, ya que el gel que se forma atrapa grasa y agua, disminuyendo las pérdidas por cocción. Los resultados de este estudio también mostraron mejoras en la estabilidad de la emulsión y contenido de proteína.

Contenido de humedad, proteínas, grasa, fibra, carbohidratos y energía metabolizable

Se encontró diferencia significativa ($P < 0,05$) en el contenido de humedad entre los dos tratamientos. El producto con plasma tuvo mayor contenido de humedad ($63,28$ g/100) que

el control, posiblemente debido a que las proteínas del plasma se desnaturalizan por la cocción atrapando una humedad adicional en el producto haciéndolo más suave.

Como era de esperarse, los resultados del presente estudio indican la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido proteico de los tratamientos. El producto formulado con plasma, resultó con mayor contenido proteico ($6,47 \pm 0,04$ g/100), mientras que la formulación control presentó $3,54 \pm 0,04$ g/100, esto debido a que el maíz tiene una baja concentración de proteínas, de manera que la adición de plasma mejoró considerablemente su valor proteico. Este resultado podría explicar la diferencia encontrada para la energía metabolizable ($P < 0,05$), la cual fue superior para la formulación D. Con respecto a esto se puede señalar, que las proteínas deben aportar entre 9 y 14% del total de las calorías, siendo deseable que un tercio de las proteínas totales sea de origen animal [17]. De acuerdo al Instituto Nacional de Nutrición (INN) los requerimientos proteicos para niños venezolanos en edad escolar son de 50 g por día [17]. Una ración de 100 g del producto con agregado plasmático aporta entre 14 y 15% de los requerimientos proteicos diarios, para un escolar de 10-12 años. De allí que su incorporación en la dieta del escolar, puede ser de gran beneficio.

En relación a las grasas, no hubo diferencia significativa entre los dos productos (formulaciones A y D), esto debido a que el maíz tierno contiene 1% de grasa [7] y el plasma tiene una concentración mínima de la misma [4].

En los últimos años se ha incrementado de manera notable el conocimiento acerca de las propiedades y efectos que la fibra dietética tiene sobre la salud. La Fundación Estadounidense para la salud (American Health Foundation) recomienda un consumo de fibra dietética durante la infancia y la adolescencia, que es equivalente a la edad más 5 g por día [13,26]. El contenido de fibra del producto formulado fue de 1,40 g siendo este aporte de fibra importante. Por otro lado, el contenido de carbohidratos disponibles y cenizas fue similar en ambos tratamientos.

TABLA II
VALORES PROMEDIO (g/100) DE RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN PRÓXIMAL DE LAS FORMULACIONES A Y D
MEAN VALUES (g/100) OF YIELD AND PROXIMAL COMPOSITION OF FORMULATIONS A AND D

Variable	Formulación A*	Formulación D*
Rendimiento	$77,17 \pm 0,16^b$	$80,74 \pm 0,16^a$
Humedad	$58,58 \pm 0,12^b$	$63,28 \pm 0,12^a$
Proteína	$3,54 \pm 0,04^b$	$6,47 \pm 0,04^a$
Grasa	$0,93 \pm 0,02$	$0,98 \pm 0,02$
Fibra	$1,45 \pm 0,04$	$1,40 \pm 0,04$
Carbohidratos disponibles	$26,03 \pm 0,02$	$26,97 \pm 0,02$
Cenizas	$0,8 \pm 0,02$	$0,9 \pm 0,02$
Energía metabolizable (Kcal.)	$126,65 \pm 0,04^b$	$136,82 \pm 0,04^a$

^{a,b}Medias con diferentes superíndices dentro de una misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).

* A: Control. D: Producto formulado con proteína plasmática.

TABLA III
PERFIL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES (g/100 DE PROTEÍNA) DEL PRODUCTO A BASE DE MAÍZ TIERNO Y PROTEÍNA PLASMÁTICA Y PERFIL IDEAL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES REPORTADOS POR LA FAO/WHO/UNU
ESSENTIAL AMINO ACIDS PROFILE (g/100 OF PROTEIN) OF PRODUCT WITH TENDER CORN AND PLASMATIC PROTEIN AND IDEAL PROFILE OF ESSENTIAL AMINO ACIDS REPORTED BY FAO/WHO/UNU

Aminoácidos	Producto formulado	FAO/WHO/UNU * Niños en edad escolar (6-12 años)
Histidina	3,89	1,9
Isoleucina	3,82	2,8
Leucina	9,02	4,4
Lisina	5,12	4,4
Metionina	1,60	2,2**
Fenilalanina + tirosina	7,22	2,2
Treonina	4,43	2,8
Valina	4,02	2,5

* Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization. ** Sumatoria de metionina + cisteína.

Aminoácidos

Cuando se comparan los resultados obtenidos en el producto formulado con plasma, con el perfil de aminoácidos esenciales propuesto por la FAO/WHO/UNU (Food and Agriculture Organization/World Health Organization/United Nations Organization para niños en edad escolar (TABLA III) se observó que los mismos se encuentran por encima de estos requerimientos a excepción de la metionina, la cual no pudo ser comparada con los parámetros establecidos por la FAO/WHO/UNU [11], dado que estas instituciones lo reportan como sumatoria de aminoácidos azufrados (metionina + cisteína). Como se señaló anteriormente, la calidad del maíz se halla limitada por la deficiencia de algunos aminoácidos esenciales sobre todo lisina y triptófano, pero tiene cantidades considerables de aminoácidos que contienen azufre como metionina y cisteína [6, 8].

Según Tybor y col. [25], las proteínas de la sangre animal se encuentran próximas a las proteínas consideradas bien equilibradas, proteínas de la leche y del huevo, donde los aminoácidos esenciales se encuentran en proporciones adecuadas; sin embargo, la concentración de isoleucina y metionina es inferior a las proteínas de la leche, mientras que es superior en lisina y treonina. Debido a la deficiencia en isoleucina y metionina que presenta la sangre, consecuentemente debe ser administrada en conjunto con otras proteínas que puedan suplir la deficiencia de estos aminoácidos [5], de manera que al combinar el maíz con el plasma se logró aumentar la calidad del producto y se alcanzó un equilibrio adecuado de aminoácidos, obteniendo un producto con un valor nutritivo superior a cada uno de ellos, donde el plasma le aporta lisina al maíz y el maíz aporta metionina al plasma, aumentando el valor biológico del alimento.

Evaluación biológica

La TABLA IV, muestra los valores de digestibilidad aparente y PER del producto. De acuerdo a los resultados obtenidos,

TABLA IV
CALIDAD BIOLÓGICA DE LA PROTEÍNA DEL PRODUCTO FORMULADO CON MAÍZ TIERNO Y PROTEÍNA PLASMÁTICA. BIOLOGICAL QUALITY PROTEIN OF PRODUCT FORMULATED WITH TENDER CORN AND PLASMATIC PROTEIN

Parámetros	Dieta control*	Dieta experimental
Digestibilidad Aparente (%)	-	81,08
PER	3,03a ± 0,80	2,64b ± 0,78

Dieta a base de Caseína.

dos, las proteínas de la dieta experimental son bastante digeribles, ya que del total de proteína ingerida (4,30 g), sólo se excretó 0,79 g representando el 18,92%, lo cual indica que el 81,08% restante fue digerido. Oropeza y col. [22], reportaron una digestibilidad inferior (66,54% y 70,25%) a los reportados en la presente investigación, en granos de varios híbridos de maíz, mientras que otros autores han reportado una digestibilidad para el plasma que oscila entre 83 y 92% [9]. El elevado porcentaje de digestibilidad obtenido en la evaluación del producto confirma la importancia de la incorporación de plasma, ya que garantiza la absorción y posterior utilización de la proteína del producto, con un margen de pérdida de 18,92 de la proteína ingerida.

El PER obtenido muestra que los animales alimentados con la dieta experimental ganaron 2,64 g de peso por cada gramo de proteína consumida, lo que confirma que las proteínas utilizadas en la formulación son capaces de sustentar y favorecer el crecimiento de animales jóvenes. El PER alcanzado en este estudio se considera bueno al compararlo con la proteína control (caseína), la cual presentó valores de 3,03.

Oropeza y col. [22], al evaluar la calidad de la proteína del grano de varios híbridos de maíz mediante ensayos biológicos y químicos, usando caseína como control, reportaron va-

lores de 1,57 y 1,74, para el maíz y de 3,41 para el control de caseína. Otros investigadores han obtenido valores que oscilan entre 0,94 y 1,08 [27]. Bressani y col. [6], evaluaron la calidad proteica de varias leguminosas, de harina de soya y caseína y encontraron valores de 1,79; 1,67 y 3,16, respectivamente. Si se comparan estos resultados con los obtenidos en la presente investigación (PER 2,64) se puede observar que la incorporación de plasma mejora notablemente el radio de eficiencia proteica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos se pudo demostrar la óptima calidad proteica del producto debido a la adición de plasma de bovino, no solo por las adecuadas cantidades de aminoácidos esenciales, sino también por la excelente digestibilidad y PER, El producto formulado representa una alternativa nutricional para los programas de merienda escolar u otros programas sociales que adelanta el Gobierno Nacional y Regional para los niños en edad escolar de bajos recursos económicos.

Actualmente se han realizado estudios referentes a la utilización del plasma de bovino (anteriormente desechado) como ingrediente proteico en la elaboración de alimentos para el consumo humano, por lo que se recomienda continuar realizando estudios que permitan la utilización de este recurso nutricional para la fortificación de otros cereales.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el financiamiento de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 16th Ed. Maryland, USA. 854-855 pp. 1997.
- [2] BARBOZA, Y.; RANGEL, L.; ARCHILE, A.; IZQUIERDO, P.; MÁRQUEZ, E. Estudios de algunos factores que afectan las propiedades de gelación del plasma sanguíneo animal. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. VI(1): 31-36. 1996.
- [3] BARBOZA, Y.; MARQUEZ, E.; BENITEZ, B.; IZQUIERDO, P. Further studies on a bovine plasma medium that can be heat sterilized for Lactobacilli. **Rev. Cientif. FCV-LUZ**. XII (6):707-711. 2002.
- [4] BOURGUEOIS, C. Productos de Transformación de la Sangre. En Bourgeois, C, Le Roux P. **Proteínas animales**. Editorial El Manual Moderno. México. Cap. 12: 244-260pp; 1986.
- [5] BRACHO, M.; MÁRQUEZ, E.; ARIAS, B. Estudio comparativo del contenido de aminoácidos esenciales en sangre de bovino y cerdo. **Rev Cientif. FCV- LUZ**. XI (2):133-138. 2001
- [6] BRESSANI, R.; MERTZ, E.T. Studies on corn protein IV Protein and amino acid content of different corn varieties. **Cereal Chem**. 35:227-235.1968.
- [7] CARTAY R. **El consumo del Maíz en Venezuela**. Cap 8. 439-463 pp. 1996.
- [8] CHÁVEZ, J. Composición del maíz opaco -2 venezolano. Análisis y calidad biológica de la arepa de opaco-2 y de maíz corriente. **Arch Latinoamer Nutr** 22:147-160. 1972.
- [9] DEL RIO DE R, M.T.; CONSTANTINIDES, S.M.; SGARBIERI, V.C.; ELDASH, A.A. Chicken blood plasma proteins. Physicochemical nutritional and functional properties. **J of Food Sci**. 45:17-20. 1980.
- [10] DEL REAL S, P.M.; SOLANO, L.; FAJARDO, Z. Consumo de harina de maíz precocida y su aporte de hierro y vitamina A en preescolares de bajos recursos económicos. **Arch Latinoamer Nutr**. 52:274-281. 2002.
- [11] FAO/WHO/UNU. Food and Agriculture Organization. World Health Organization. United Nations University. Energy and proteins requirements. Expert Consultation. Geneva, Report 724. 10-14 pp. 1985.
- [12] FAO/OMS. Conferencia Internacional sobre Nutrición. Informe Final. 17-20/11. Roma. Italy. 12-15 pp. 1992.
- [13] HAML, J.S.; BETTS, N.M.; BENES, B.A. The age + 5 rule: comparisons of dietary fiber intake among 4-6-10 year old children. **J Am Diet Assoc**. 98:1418-1423. 1998.
- [14] HICKSON, D.W.; DILL, C.W.; MORGAN, D.A.; SUTER, A.; CARPENTER, L.A. Comparison of heat-induced gel strengths of bovine plasma and albumen proteins. **J. of Anim Sci**. 51:69-73. 1980.
- [15] INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN/ULA. Hoja de balance de alimentos. Mérida: Talleres Gráficos U.L.A. 1991.
- [16] INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN. Enriquecimiento de la harina de maíz precocida y de la harina de trigo en Venezuela. Una gestión con éxito. Caracas: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Instituto Nacional de Nutrición, Dirección Técnica-División de Investigaciones en Alimentos. **Serie Cuadernos Azules** Publicación Nº 51: 49-53.1995.
- [17] INSTITUTO NACIONAL DE NUTRICIÓN-FUNDACIÓN CAVENDES. Necesidades de energía y nutrientes. Recomendación para la población venezolana. **Serie Cuadernos Azules**. Publicación Nº 48:25-27.1993.

- [18] JAFFÉ, W. Enriquecimiento de alimentos en una política alimentaria. Fundación Cavendes: **Nutrición base del desarrollo**. Fascículo VI. Caracas. Ediciones, Cavendes. 129-136 pp. 1995.
- [19] LINDROTH, P.; MOOPER, K. High performance liquid chromatographic determination of subpicomole amounts of amino acids by precolumn fluorescence derivatization with o-phthaldehyde. **Analyt Chem**. 51:1667-1674. 1979.
- [20] LIVESEY, G. Metabolizable energy of macronutrients. **Am J Clin Nutr**. 62:1135-1142. 1995.
- [21] MÁRQUEZ, E.; BARBOZA, Y.; IZQUIERDO, P.; TORRES, G. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat product. **J Food Sci Technol**. 4:337-339. 1997.
- [22] OROPEZA, E.; ORTIZ, B.L. Evaluación nutricional de la proteína del grano de seis cultivares de maíz (*Zea mays* L.). **Rev Fac Agron-LUZ**. 15:225-34. 1989.
- [23] OWEN, R.F. Characteristics for gel formation and gel structure. Department of Food Science 2nd Ed. **Food Chemist**. 47:1241-1244. 1982.
- [24] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (SAS) PROC GLM. SAS User's Guide: Statistics. 5th Ed. Cary NC, Version 3,0. 1995..
- [25] TYBOR, P.; DILL, C.; LANDMANN, W. Functional properties of proteins isolated from bovine blood by a continuous pilot process. **J of Food Sci**. 40:155-59. 1975.
- [26] WILLIAMS, C.L.; BOLLELA, M. Is a high-fiber diet safe for children? **Pediatrics**. 95:1140-1146. 1995.
- [27] YAÑEZ, E.; GUIJUELOS, S.; BALLESTER, D.; MONCKEBERG, F. Composición química, contenido aminoacídico y calidad biológica del maíz opaco-2. **Arch Latinoamer Nutr**. 23: 113-121. 1973.