

Desarrollo de una fórmula médica a partir de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*)

José Armando Ulloa¹ y Mauro E. Valencia²

RESUMEN. Se desarrolló una fórmula médica utilizando como fuente de proteína un concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración (67.8% de proteína), además de sacarosa, aceites de maíz y coco, una mezcla vitamínica, una mezcla de minerales, metionina, lecitina y sabor a leche, para cumplir con la norma establecida por la FAO/WHO. Los ingredientes se mezclaron en agua a 50° C, para luego secar esta mezcla por aspersión utilizando temperaturas del aire de entrada y salida al secador de 170 y 90°C, respectivamente. El valor nutritivo del alimento elaborado se estimó mediante la Relación Neta de Proteína (RNP), la Utilización de Nitrógeno (UN). El análisis proximal arrojó los siguientes resultados: proteína 16.0% (con 4.9/16 N de lisina reactiva), extracto etéreo 25.8%, humedad 4%, cenizas 3.2% y carbohidratos 51.0%. Los valores del RNP, R-RNP, UN, R-UN fueron 3.95, 83.6, 3.55 y 82.6 respectivamente, comparados con los valores de caseína de 4.72, 100, 4.29 y 100. De acuerdo a esto, se puede concluir la gran potencialidad del concentrado proteínico de garbanzo como ingrediente de fórmulas de uso médico

SUMMARY Development of a medical formula from a chick-pea (*Cicer arietinum*) protein concentrate. A medical formula was developed from a chick-pea (*Cicer arietinum*) protein concentrate obtained by ultrafiltration (67.8 % of protein). Additionally sucrose, methionine, milk flavor, and mixtures of corn and coconut oils, vitamins and minerals were used, to perform FAO/WHO standards. All ingredients were blended in water to 50°C, and the mixture was spray-dried with a Spray-drier using inlet and outlet air temperatures of 170 and 90°C respectively. The nutritive value of the formula was evaluated with the Net Protein Ratio (NPR), Nitrogen Utilization (NU) and both relatives values to casein ANRC (R-NPR and R-NU). The proximal analysis of the infant formula was: protein 16.0% (with 4.9 g/16 g N of reactive lysine), fat 25.8%, moisture 4.0%, ash 3.2% and carbohydrates 51.0%. The values of NPR, R-NPR, NU and R-NU were 3.95, 83.6, 3.55 and 82.5 respectively. This results shown the chick-pea protein concentrate, potentially utilizable as a ingredient in the formulas for medical purposes.

INTRODUCCION

Las fórmulas médicas o terapéuticas cumplen una función muy importante dentro de la nutrición infantil, cuando por alguna razón el consumo de la leche, ya sea materna o de vaca, se contraindica a la alimentación del lactante. Este tipo de fórmulas por una parte son el vehículo de todos los nutrientes que el lactante requiere, y por otro lado ayudan a desvanecer algún trastorno prevalente (1), como puede ser el caso de la intolerancia transitoria a la lactosa, padecimiento muy frecuente en la población infantil mexicana, derivado principalmente de infecciones gastrointestinales y manifestada por problemas de tipo diarreico. Desde hace tiempo en el mercado mexicano se encuentran disponibles dos fórmulas infantiles de tipo médi-

co, las cuales contiene como fuente principal de proteína a la harina de soya. Ambas fórmulas al parecer proporcionan todos los nutrientes necesarios, así como los niveles adecuados, de acuerdo con los estándares relacionados con la elaboración de este tipo de alimentos, por lo que cabría esperar una buena respuesta cuando son proporcionados a los lactantes que no toleran la leche (2). Desafortunadamente existe la evidencia de que en caso de la intolerancia a la lactosa en lactantes, los sustitutos de leche elaborados a base de harina de soya, no son efectivos debido a que el control de la diarrea no es rápido (3); aunado a lo anterior, se ha observado el efecto de formación de gases en el intestino, la presencia de cólicos y una tendencia ocasional a incrementar la dermatitis (4). Por otra parte, el uso de harinas en la elaboración de fórmulas infantiles, suministra una gran carga de almidón que no puede ser plenamente utilizado por lactantes cuya edad es inferior a los 4-6 meses de edad (5), lo cual significa que estos alimentos solo pueden administrarse eficazmente a lactantes mayores de seis meses. Por ello las fórmulas médicas infantiles elaboradas a base de

1. Coordinador del Programa de Investigación en Ingeniería y Tecnología. Coordinación de Investigación Científica. Universidad Autónoma de Nayarit. Apartado Postal 243 Tepic Nay. México.
2. Jefe de la División de Nutrición. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Aptdo. Postal 1725 Hermosillo, Son. México.

harina de soya se han desechado en otros países, y en su lugar se han diseñado otras cuya fuente de proteína son los concentrados o aislados proteínicos, y que recientemente en México se han introducido al mercado a través de su importación.

En base a lo anterior el presente trabajo se realizó con la finalidad de probar la potencialidad de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) obtenido por ultrafiltración, en el desarrollo de una fórmula médica.

MATERIALES Y METODOS

El desarrollo de la fórmula médica, consistió en establecer el tipo de ingredientes y su proporción a utilizar, así como también el tipo de procesamiento necesario y su evaluación química y nutricional.

Como fuente de proteína se utilizó un concentrado proteínico de garbanzo, obtenido por ultrafiltración de acuerdo a Ulloa et al (6), cuya composición química y calidad nutritiva se muestra en la Tabla 1, al cual se le adicionó 1.37 g/16 g N se metionina para mejorar su valor nutritivo (7); mientras que como fuente de carbohidratos y grasas se utilizaron sacarosa y mezcla de aceites de maíz y coco respectivamente. En base a lo anterior, la formulación final fue considerada para alcanzar una adecuada distribución calórica entre las proteínas, carbohidratos y grasas, de acuerdo a las normas establecidas (8).

TABLA 1
COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD NUTRITIVA
DEL CONCENTRADO PROTEINICO
DE GARBANZO OBTENIDO POR
ULTRAFILTRACION^a

Características	Valor
Proteína (g/100g)	67.8
Lisina reactiva (g/16 gN)	4.9
Carbohidratos (g/100g)	10.8
Grasa (g/100 g)	17.3
Fibra cruda (g/100 g)	0.0
Cenizas (g/100 g)	4.9
Calcio (mg/100 g)	96.8
Fósforo (mg/100 g)	26.3
Sodio (mg/100 g)	306.8
Relación de eficiencia proteínica (REP)	86.0
Relación neta de proteína (RNP)	81.3
Utilización de nitrógeno (UN)	83.3

^a De acuerdo a Ulloa et al. (6) y Ulloa y Valencia (7). Los resultados de las pruebas biológicas corresponden a los valores del concentrado proteínico de garbanzo adicionado de 1.37 g/16 g de N de metionina y relativos de la caseína ANRC con un valor de 100.0

Las vitaminas fueron proporcionadas a través de una premezcla producida comercialmente por la Compañía Productos Roche, S.A. de C.V. La premezcla vitamínica SP 3.308 utilizada, es un polvo fino color amarillo consistente en una mezcla de vitaminas A, D, E, mononitrato tiamina, riboflavina, clorhidrato de piridixina, cianocobalamina, nicotinamida, D-pantotenato de calcio, ácido fólico y vitamina C, estandarizada con lactosa. La premezcla de vitaminas se adicionó para cubrir las recomendaciones de estos nutrimentos en las fórmulas infantiles con un margen de protección amplio para asegurar las pérdidas por procesamiento y manejo. En el caso de la vitamina C, el margen de seguridad fue de un 100% en base a la cantidad mínima necesaria.

Los minerales se adicionaron mediante una premezcla, la cual fue expresamente preparada a partir de fuentes individuales de: fosfato tricálcico, citrato de potasio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio, cloruro de sodio, sulfato ferroso, sulfato de cinc, sulfato de manganeso y yoduro de potasio, todos de grado alimenticio. La premezcla de minerales utilizado en un nivel adecuado, cubre las recomendaciones de los minerales respectivos, para las fórmulas infantiles (8).

Finalmente para brindar una mejor apariencia al producto, se utilizó lecitina de soya como emulsificante y como saborizante esencia de leche (Firmenich de México, S.A. de C.V.).

El procesamiento empleado para la obtención de la fórmula médica en forma de polvo, se puede reducir a lo siguiente: a) mezclado de los ingredientes, el cual se llevó a cabo utilizando agua a 50°C y agitación mecánica, siendo tales ingredientes adicionados al agua uno a uno hasta lograr su completa incorporación, para ajustar el contenido de sólidos a 30% y, b) luego de tener preparada la fórmula médica en forma líquida, ésta se secó en un secador de Aspersión Niro Atomizer Mod. 6331 (Copenhagen, Denmark), bajo las siguientes condiciones: temperatura del aire de entrada y salida al secador a 170 y 90°C respectivamente.

La calidad de la proteína de la fórmula médica, se evaluó en términos de la Relación Neta de Proteína (RNP) de acuerdo al método de Bender y Doell (9), y de la utilización de Nitrógeno (UN) de acuerdo a McLaughlan (10), así como de los valores relativos de ambos (R-RNP y R-UN). Para efectos de comparación con la RNP, el UN se expresará en función de la proteína consumida. El factor de mantenimiento del UN se calculó en base a la pérdida promedio del peso del grupo de ratas alimentadas con una dieta libre de nitrógeno durante la segunda semana, la cual fue de 11.9%.

Las dietas se formularon para contener un 10% de proteína. Ya que de antemano se sabía que dada la composición teórica de la fórmula médica infantil, no sería posible ajustar el contenido de grasa al 8% de la dieta prueba, tal como lo marca el protocolo de la AOAC (11), el nivel de grasa de la dieta control de caseína ANRC (Bioserv. Inc., N.J. E.U.A. se ajustó al mismo valor logrado en la dieta prueba. Los demás ingredientes de las dietas se ajustaron a los niveles establecidos para

la formulación de las dietas en la determinación de la Relación de Eficiencia Proteica (11).

Para la realización de las pruebas biológicas, se utilizaron ratas machos Sprague Dawley recién destetadas con pesos iniciales de 45-55 g, las cuales se colocaron individualmente en jaulas de acero inoxidable, en un cuarto mantenido a una temperatura de 23 ± 10 c y $50 \pm 10\%$ de humedad relativa, con un período alternado de luz-oscuridad de 12 horas. Las ratas se dividieron en 3 grupos de 10 animales cada uno. Un grupo recibió la dieta control de caseína ANRC, otro la dieta libre de nitrógeno y el restante la dieta prueba. La asignación de los grupos de animales a las dietas fue completamente aleatoria. Se proporcionó agua y alimento *ad libitum*. Se suministró una porción de la dieta cada tres o cuatro días y la dieta que no se consumió se secó y pesó para la determinación del consumo de alimento. Las ratas se pesaron el mismo día que se les proporcionó el alimento.

En el análisis de resultados de las pruebas biológicas, se utilizó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento. Se aplicó un análisis de varianza de un solo criterio de clasificación y cuando el resultado del análisis de varianza de acuerdo al diseño especificado rechazó la hipótesis de igualdad de medias, se utilizó la prueba de rango múltiple de Newman (12) y Keuls (13) conocida como SNK.

El contenido de humedad, cenizas, fibra cruda, grasa y nitrógeno de Kjeldahl se determinaron mediante los métodos de la AOAC (11). El contenido de proteínas se obtuvo al multiplicar el nitrógeno total por 6.25. La lisina reactiva se determinó de acuerdo al método de Hurrell et al. (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

El conjunto de los ingredientes utilizados en el desarrollo de la fórmula médica, así como la proporción empleada de cada uno de ellos se muestra en la Tabla 2. El análisis proximal del producto secado por aspersión se observa en la Tabla 3. De acuerdo a esto, los niveles de proteína, grasa y carbohidratos, así como la contribución calórica de cada uno de ellos a la fórmula infantil desarrollada se encuentra dentro de los rangos de las recomendaciones sugeridas para este tipo de alimentos (8), al igual que las fórmulas médicas infantiles que contienen como fuente de proteína a un aislado de soya y que están disponibles en México (Tabla 4). el aporte de minerales y vitaminas, tomando como base los niveles utilizados de ambas premezclas se muestran en las Tabla 5 y 6 y los valores logrados también observan los límites permitidos para este tipo de nutrimentos.

TABLA 2
CONTENIDO DE LOS INGREDIENTES UTILIZADOS
EN LA FORMULA MEDICA

Ingrediente	g/100 g
Concentrado proteínico de garbanzo	24.30
Aceite de maíz	9.67
Aceite de coco	12.53
Sacarosa	45.07
Minerales ^a	4.00
Lecitina	3.26
Sabor a leche ^b	0.75
Metionina	0.22
Mezcla de vitaminas ^c	0.26

^a Cada Kg de minerales contiene 493 g de fosfato tricalcio, 246,9 g de citrato de potasio, 98,8 g de cloruro de potasio, 37 g de cloruro de magnesio, 117.3 g de cloruro de sodio, 6.17 g de sulfato ferroso, 2.36 g de sulfato de cinc, 69.14 mg de sulfato de manganeso y 18.52 mg de yoduro de potasio.

^b Proporcionado por Firmenich de México, S.A. de C.V.

^c Proporcionada por Productos Roche, S.A. de C.V. Cada Kg de la premezcla vitamínica contiene 8.5 millones de U.I. de vitamina A, 2.20 millones de U.I. de vitamina D, 30 g de vitamina E, 3.5 g de tiamina, 4.0 g de riboflavina, 2.5 g de clorhidrato de piridoxina, 0.08 g de cianacobalamina, 45.0 g de nicotinamida, 23.0 g de pantotenato de calcio, 0.15 g de ácido fólico y 310.0 g de ácido ascórbico.

TABLA 3
ANALISIS PROXIMAL DE LA FORMULA MEDICA
ELABORADA A BASE DEL CONCENTRADO
PROTEINICO DE GARBANZO

Componente	g/100 g
Proteína	16.0
Grasa	25.8
Carbohidratos	51.0
Fibra cruda	0.0
Cenizas	3.2
Humedad	4.0

TABLA 4
COMPARACION DE LA COMPOSICION DE LOS NUTRIMENTOS MAYORES DE LAS FORMULAS ELABORADAS A PARTIR DEL CONCENTRADO PROTEINICO DE GARBANZO Y AISLADO PROTEINICO DE SOYA, CON LOS ESTANDARES PERMITIDOS

Nutrimentos	Fuente de proteína de la fórmula			
	Concentrado de garbanzo	Aislado de soya		Recomendación ^c
		A ^a	B ^b	
Proteína:				
(g/100 kcal)	3.2	2.7	3.1	1.8-4.5
(% kcal)	12.8	10.6	12.4	
Grasa:				
(g/100 kcal)	5.2	5.4	5.3	3.3- 3.6
(% kcal)	46.4	48.9	47.2	30.0-54.0
Carbohidratos:				
(g/100 kcal)	10.2	10.2	10.2	
(% kcal)	40.8	40.5	40.4	40.0-50.0
Kcal/100 g de fórmula	500	515	515	
Kcal/l de fórmula preparada a dilución normal	640	680	680	640-680

^a Producto elaborado en Holanda por M&R Laboratories B.V. Zwolle y distribuido en México por Abbott Laboratories de México, S.A. de C.V. México, D.F.

^b Producto elaborado por Wyett Vales, S.A. México, D.F.

^c FAO/WHO (8)

TABLA 5
APORTE DE MINERALES DE LA FORMULA MEDICA COMPARADO CON LOS VALORES DE LOS ESTANDARES^a

Minerales	Aporte/100 kcal	Recomendaciones ^b	
		Mínimo	Máximo
Calcio (mg)	157.4	50	N.E.
Fósforo (mg)	80.2	25	N.E.
Potasio (mg)	153.3	80	300
Cloruros (mg)	116.5	55	150
Magnesio (mg)	7.6	6	N.E.
Sodio (mg)	50.9	20	60
Hierro (mg)	1.8	1	N.E.
Cinc (mg)	0.8	0.5	N.E.
Manganeso (ug)	20.2	5	N.E.
Iodo (ug)	11.3	5	N.E.

^a De acuerdo al nivel utilizado de la mezcla de minerales y al aporte de minerales del concentrado proteínico.

^b FAO/WHO (8). La relación de calcio: fósforo no deberá ser menor de 1.2 ni mayor de 2.0

^c No especificado

TABLA 6
APORTE DE LA PREMEZCLA VITAMINICA A LA FORMULA MEDICA COMPARADO CON LOS VALORES DE LOS ESTANDARES

Vitaminas	Aporte/100 kcal	Recomendaciones ^a	
		Mínimo	Máximo
Vitamina A (U.I)	340	250	500
Vitamina D (U.I)	40	40	40
Vitamina E (U.I)	120 (mg)	3 ^b	^c N.E.
Tiamina (µg)	140	40	N.E.
Riboflavina (µg)	160	60	N.E.
Piridoxina (µg)	100	35	N.E.
Cianobalaminina (µg)	3.2	0.15	N.E.
Nicotinamida (µg)	1800	250	N.E.
Acido pantoténico (µg)	900	300	N.E.
Acido fólico (µg)	6	4	N.E.
Acido ascórbico (mg)	16	8	N.E.

^a FAO/WHO (8)

^b Puede ser 0.7 U.I/g de ácido linoleico

^c No especificado

La composición de las dietas suministradas en las pruebas biológicas se muestra en la Tabla 7 y la estimación del valor nutritivo de sus proteínas expresado como RNP y UN, así como sus valores relativos a caseína en la Tabla 8. De acuerdo a esto, la calidad nutritiva de la proteína de la fórmula médica comparada con el de caseína de 4.72, 100.0, 4.29 y 100.0 fue de 3.95, 83.6, 3.55 y 82.6 medido en términos de la RNP, R-RNP, UN y R-UN.

TABLA 7
COMPOSICION DE LA DIETA PARA LA EVALUACION BIOLOGICA DE LA FORMULA MEDICA^a

Ingredientes	Caseína	Fórmula médica
Caseína ANRC	11.7	—
Fórmula médica	—	62.5
Aceite de algodón	15.1	0.0
Mezcla de minerales ^b	5.0	3.0
Mezcla de vitaminas ^c	1.0	1.0
Colina	0.2	0.2
Almidón	33.5	16.2
Sacarosa	33.5	16.1

^a En g/100 g

^b Bioserv. NJ. E.U.A. La premezcla de minerales contiene lo siguiente en g/kg de dieta: aluminio 0.0005, calcio 11.8, cloro 4.79, cobre 0.0175, flúor 0.0027, yodo 0.0030, hierro 0.385, magnesio 0.3818, manganeso 0.0055, fósforo 2.53, potasio 5.88, sodio 1.396, azufre 0.1162 y cinc 0.0637.

^c Bioserv NJ. E.U.A. La premezcla vitamínica contiene los siguientes en g/kg de dieta: ácido ascórbico 0.45 biotina 0.0002, pantotenato de calcio 0.03, ácido fólico 0.0009, inositol 0.05, menadiona 0.02, niacina 0.04, ácido para-amino-benzoico 0.05, piridoxina 0.01, riboflavina 0.01, tiamina 0.001, vitamina A 9000 U.I., vitamina D 1000 U.I., vitamina E 25 U.I.

TABLA 8
CALIDAD NUTRITIVA DE LA FORMULA MEDICA
EN TERMINOS DE LA RELACION NETA DE
PROTEINA (RNP), UTILIZACION DE NITROGENO
(UN), Y DE LOS VALORES RELATIVOS A AMBOS
(R-RNP Y R-UN)^a

Fuente de proteína	RNP	R-RNP	UN	R-UN
Caseína	4.72b	100.0	4.29b	100.0
Fórmula médica	3.95c	83.6	3.55c	82.6

^a Las medidas con diferentes letras son significativamente distintas (SNK, $p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Mediante el presente estudio se demuestra que es posible obtener una fórmula médica, utilizando como fuente de proteína el concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración que cumple cabalmente con las normas establecidas para la elaboración de este tipo de productos.

La calidad nutritiva de la fuente de proteína utilizada, no sufrió deterioro mediante el procesamiento recibido para obtener el producto final, tal y como se puede apreciar en los valores relativos de la RNP y UN antes y después de dicho procesamiento (Tabla 1 y 8), lo cual también concuerda con los valores de lisina reactiva (Tabla 1 y 3).

Finalmente, tomando en consideración que el garbanzo representa una fuente alimenticia tolerable en la nutrición infantil (3,15) y los resultados logrados aquí, la fórmula médica infantil desarrollada a base del concentrado proteínico de garbanzo obtenido por ultrafiltración, representa una buena alternativa a las ya existentes a base de harina de soya y a las recientemente introducidas al mercado mexicano a base de aislados de soya importadas de otros países.

REFERENCIAS

1. Brostrom, K. Human milk and infant formulas: nutritional and immunological. En: Textbook of Pediatric Nutrition. (Ed) M.R. Suskind (Ed) New York, Rave Press, 1959, p. 41-64.
2. Ulloa, J.A. Fórmulas médicas infantiles. Convergencia: Revista de Investigación de la Universidad Autónoma de Nayarit. 1(5):66-68. 1986.
3. Garagarza, M. El garbanzo como complemento alimenticio. Información científica y tecnológica. 3:17-18, 1981.
4. Decock, A. Soy protein isolates in hypoallergenic infant formulations and humanized milks. J. Am. Oil chemists' Soc. 51:1994-2001, 1974.
5. Shulma R. J., W.W. Wong, Ch. S. Irving, B. L. Nichols, B. L. & P. D. Klein. Utilization of dietary cereal by young infant. J. Pediatric. 103:23-27, 1983.
6. Ulloa, J.A., Z.H. García-Quintero & M. E. Valencia. 1986. Obtención de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) por ultrafiltración. Arch. Lat. de Nutr. (aceptado).
7. Ulloa, J.A. & M.E. Valencia. Calidad nutritiva de un concentrado proteínico de garbanzo (*Cicer arietinum*) obtenido por ultrafiltración. Arch. Latinoamer Nutr. 42:428-431. 1992
8. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World health Organization. Codex Alimentarius Commission. Recommended International Standards for Foods for Infant and Children. Rome, Italy. Joint FAO/WHO Food Standars Programme, 1977
9. Bender, A.E. & B.H. Doell. Biological evaluation of protein: a new aspect. Brit. J. Nutr. 11:140-148, 1957.
10. McLaughlan, J.M. The relative nitrogen utilization method for evaluation protein quality. J. AOAC. 59:42-45, 1976.
11. AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 14th. ed Washington, D.C., The Association, 1984.
12. Newman, D. The distribution of range in sample from a normal population, expressed in terms of a independent estimate of standard deviation. Biometrika. 31:20-30, 1939.
13. Keuls, M. The use of the studentized rank in connection with analysis of variance. Euphytica. 1:112-122, 1952.
14. Hurrell, R.F., P. Lerman & J. Carpenter. Reactive lysine in foodstuffs as measured by a rapid dye-binding procedure. J. Food Sci. 44:1221-1224, 1979.
15. Barja, I., P. Muñoz, G. Salinano, E.M. Vallejos, E. Rodríguez & M.A. Tagle. Infant feeding formula based on chick-pea (*Cicer arietinum*) its use as the sole food in healthy infants. The Indian J. of Nutr. and Diet. 11:335-341, 1974.