

Ra Ximhai

Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo
Sustentable

Ra Ximhai
Universidad Autónoma Indígena de México
México

2008

“PINOLE” DE ALTO VALOR NUTRICIONAL OBTENIDO A PARTIR DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

Olaydes Lozano Aguilar, Esteban Solórzano Vega, Irma Bernal Lugo, Hugo Rebolledo
Robles y Carmen Jacinto Hernández
Ra Ximhai, mayo-agosto, año/Vol.4, Número 2
Universidad Autónoma Indígena de México
Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 283-294

“PINOLE” DE ALTO VALOR NUTRICIONAL OBTENIDO A PARTIR DE CEREALES Y LEGUMINOSAS

“PINOLE” OF HIGH NUTRITIONAL VALUE OBTAIN FROM CEREALS AND LEGUMES

Olaydes Lozano-Aguilar¹; Esteban Solórzano-Vega¹; Irma Bernal-Lugo²; Hugo Rebolledo-Robles¹ y Carmen Jacinto-Hernández³

¹Universidad Autónoma Chapingo (UACH) Km 38.5 Carretera México-Texcoco, 56230 México. ²Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria, D.F. 04510, México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Lab. de Calidad del INIFAP. A. P. 10, 56230, México. Correo electrónico: jacinto.carmen@inifap.gob.mx

RESUMEN

En nuestro país, gran parte de la población particularmente en las zonas rurales padece desnutrición, una alternativa para disminuir el elevado índice de desnutrición es mejorar el valor nutricional de los alimentos tradicionales aprovechando los productos vegetales que brindan proteína de bajo costo. El pinole, es un alimento tradicional de México, generalmente elaborado de harina de maíz tostado a veces endulzada y mezclada con cacao, canela o anís. Debido a su ingrediente principal, los pinoles tradicionalmente muestran deficiencia en aminoácidos esenciales, lo que limita su calidad proteínica. Con la finalidad de obtener un pinole de alta calidad proteínica, se elaboraron combinaciones de cereales y leguminosas que incluyeron maíz (*Zea mays* L.), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.), arroz (*Oriza sativa* L.), cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), garbanzo (*Cicer arietinum* L.), haba (*Vicia faba* L.), lenteja (*Lens esculenta* Moench). Mediante evaluaciones sensoriales se seleccionaron las combinaciones más aceptables. Se realizó un análisis químico proximal de las harinas tostadas, y se determinó el perfil de aminoácidos esenciales, inhibidores de tripsina y digestibilidad *in vitro* de la proteína. Los pinoles de alta calidad proteínica, de composición: 35-20-40-5 (maíz-amaranto-garbanzo-haba); 35-20-40-5 y 30-20-40-10 (maíz-amaranto-garbanzo-lenteja), sobresalieron en aspectos importantes tales como: mayor cantidad, calidad y digestibilidad de su proteína, así como mayor o similar aceptabilidad en comparación con el pinole de maíz. Este producto es una excelente fuente de proteína, viable para incluirse en la dieta de la población mexicana y posiblemente de otras regiones de Latinoamérica.

Palabras clave: pinole, proteína, aminoácidos esenciales, evaluación sensorial, mezclas complementarias.

SUMMARY

Pinole (cereal meal) is a traditional Mexican food, generally made of ground toasted corn, sometimes sweetened and mixed with cacao, cinnamon, or anise. Due to its main ingredient, traditional pinoles show deficiency in some essential amino acids, which limits their protein quality. In order to obtain pinole of high protein quality, combinations of cereals and legumes were elaborated. These combinations included corn (*Zea mays* L.), amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.), rice (*Oriza sativa* L.), nude barley (*Hordeum vulgare* L.), common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.), broad bean (*Vicia faba* L.), and lentil (*Lens esculenta* Moench). The most acceptable combinations were selected through sensory evaluation. In these mixtures, the profile of essential amino acids, trypsin inhibitors, and digestibility *in vitro* of protein was determined. Pinoles of high protein quality, composition 35-20-40-5 (corn, amaranth, chickpea, broad bean); 35-20-40-5 and 30-20-40-10 (corn, amaranth, chickpea, lentil), were outstanding with respect to higher quantity, quality and digestibility of protein, low residual activity of trypsin inhibitors, as well as greater or equal acceptability, compared to corn pinole. This product is an excellent source of protein, viable to be included in the diet of Mexican people and possibly also in other regions of Latin America.

Key words: Pinole, protein, essential amino acids, sensorial evaluation, complementary mixtures.

INTRODUCCIÓN

En México, gran parte de los requerimientos energéticos se satisfacen con el consumo de alimentos de origen vegetal, como son los granos de cereales y leguminosas. Un producto de origen prehispánico elaborado principalmente a base de maíz es el pinole, al cual se le define como una harina de maíz tostado, a veces endulzado y mezclado con cacao, canela o anís. Algunos grupos étnicos, como los Tarahumaras, Nahuas, Tepehuanes y Lacandones lo incluyen en su dieta básica (López, 1989). En zonas como el Bajío y la Mesa Central, al pinole se le considera una golosina insustituible sobre todo durante el invierno (López, 1989). Los granos utilizados para esta confitería han cambiado desde la conquista; así encontramos que en algunas partes de Guanajuato se elabora con garbanzo (*Cicer arietinum* L.), en Jerez, Zacatecas con haba (*Vicia faba* L.), arroz (*Oriza sativa* L.) y semilla de calabaza (*Cucurbita pepo* L). En el Altiplano se hace a partir de maíz pinto o bien de amaranto (López, 1989). Sin embargo las proteínas vegetales por lo general son deficientes en uno o más aminoácidos esenciales a los que se les denomina “limitantes”. Los cereales y en particular, el maíz, se caracterizan por una deficiencia en lisina y triptófano, mientras que las leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados, metionina y cistina. Estos aminoácidos son esenciales para el organismo humano. Ciertas formas de lisina ayudan en la absorción del calcio del tracto digestivo, y pueden ayudar en problemas de migraña (Krymchantowski *et al.*, 2001), asimismo existen hallazgos que apoyan la importancia del L-triptófano para evitar los síntomas de la depresión (Heninger *et al.*, 1992). Por otra parte la metionina, aminoácido que contiene azufre, participa en la degradación de las grasas y por consiguiente previene la acumulación de ésta en las arterias; y ya que la metionina puede ser convertida en cisteína, es materia prima para la desintoxicación del hígado (Rizki, *et al.*, 2006). Una alternativa para mejorar el valor biológico de la proteína de los alimentos que se consumen, es a través de las mezclas entre leguminosas y cereales, con el fin de lograr una mayor calidad de la proteína en comparación con la que se obtiene al consumir estos granos por separado. Las proteínas de las leguminosas complementan a las de los cereales con el aminoácido lisina, mientras que los cereales contribuyen aportando metionina. En las zonas rurales donde comúnmente se presentan problemas de desnutrición, el incremento del valor nutritivo de los productos tradicionales, es una alternativa para

mejorar el estado nutricional de la población, sin modificar radicalmente sus hábitos de consumo.

Esta investigación tuvo como objetivo definir mezclas de cereal-leguminosa para la elaboración de pinole, con alta calidad proteínica y sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se emplearon ocho especies, utilizadas en la alimentación humana: maíz (*Zea mays* L.) híbrido experimental, amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) var. Gitana, arroz (*Oriza sativa* L.), cebada desnuda (*Hordeum vulgare* L.) var. Cleopatra, garbanzo (*Cicer arietinum* L.) var. Blanco Sinaloa-92, haba (*Vicia faba* L.) var. Zacatecas-22, lenteja (*Lens esculenta* Moench) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Flor de Durazno. Los granos de maíz, amaranto, cebada desnuda, garbanzo y frijol, fueron aportados por los programas de mejoramiento del INIFAP, mientras que la Universidad Autónoma de Chapingo, proporcionó el haba, proveniente del Municipio de Jerez Zacatecas; el arroz, lenteja, azúcar y canela se compraron en el mercado local.

Preparación de las harinas

Después de la limpieza se realizó un acondicionamiento de los granos que incluyó: a) un tostado del grano sobre un comal hasta lograr una textura crujiente y uniforme y b) molienda empleando un molino Cyclotec con malla de 1 mm. En el caso del haba se retiró manualmente la testa o cubierta del grano en forma previa al tostado.

Formulación de las mezclas de cereal-leguminosa

Como resultado de la combinación de cuatro cereales y cuatro leguminosas en dos concentraciones, 80-20 y 40-60, respectivamente, empleando un diseño factorial 4 x 4 x 2, se obtuvieron 32 mezclas de cereal-leguminosa. La concentración de aminoácidos esenciales que aportaría cada mezcla, se calculó utilizando los contenidos de aminoácidos esenciales reportados en la literatura (Hernández 1996; Paredes 1984). También se prepararon mezclas de dos cereales con dos o tres leguminosas, dando un total de siete

combinaciones. La concentración de cada componente en estas mezclas se definió de acuerdo a la máxima cantidad de cada grano que fue aceptable en las pruebas sensoriales que se describen a continuación.

Evaluación sensorial

Se realizaron tres tipos de prueba: a) prueba de triángulo, b) prueba de ordenamiento por preferencia y c) escala hedónica; después de que los jueces fueron instruidos sobre la forma de realizar la evaluación, se aplicó la prueba de triángulo. Esta prueba consistió en proporcionar al panelista tres muestras indicándole que dos eran semejantes y una distinta y él debía identificar esta última. Este es un método empleado frecuentemente para seleccionar panelistas (Larmond, 1991), de esta manera se conformó un panel de cinco jueces. El panel realizó pruebas de ordenamiento por preferencia para definir: a) el tamaño de partícula para el pinole, evaluando 0.4 mm, 0.8 mm y 1.0 mm. b) la cantidad de canela a agregar, evaluando 0.4 %, 0.8 % y 1.2 % con respecto al peso total de la mezcla c) concentración de azúcar, comparando entre pinoles comerciales de los estados de Chihuahua, Sonora y Durango y se seleccionó la mas aceptable dentro de los niveles inferiores de azúcar y d) Se comparó la aceptación de las muestras sobresalientes (de un total de 32 combinaciones de cereal-leguminosa), así como de las siete mezclas que incluyeron uno o dos cereales en combinación con dos o tres leguminosas.

En una segunda etapa, un panel integrado por 30 jueces no entrenados, de los cuales 66.7% era consumidor habitual de pinole, evaluaron tres mezclas sobresalientes, mediante una prueba afectiva, comparándolas con un pinole de maíz testigo, la evaluación se efectuó con tres repeticiones, una sesión por día constituyó una repetición, utilizando una escala hedónica de cinco puntos. Un producto con calificación de +2 fue calificado como bueno (me gusta mucho); un producto con una calificación de -2 o menor se considero inaceptable (me disgusta mucho).

Análisis químico

En las harinas de los granos previamente tostados, se realizó el análisis del contenido de proteína (AOAC, 1990) y digestibilidad *in vitro* de la proteína (Satterlee *et al.*, 1979) y

contenido de inhibidores de tripsina (Smith *et al.*, 1980); asimismo, se les determinó el contenido de aminoácidos esenciales con el método OPA (Oftalaldehído), utilizando la técnica de cromatografía de líquidos de alta presión (HPLC). Se empleó una columna C:18 y una fase móvil metanol-buffer de acetato de sodio 0.1 M (pH 6.2). El flujo de elusión fue 1.1 ml/min; el volumen inyectado fue de 10 μ l.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) para las variables: contenido de proteína y digestibilidad *in vitro* de la proteína. Los resultados de la evaluación sensorial se analizaron mediante un análisis de varianza, sobre las observaciones transformadas a rangos dentro de bloques, por la prueba de Friedman. Asimismo se realizó una comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$). El diseño utilizado fue de bloques al azar con dos repeticiones, en un análisis no paramétrico, que comparó los pinoles de alta calidad proteínica con un pinole de maíz considerado testigo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación sensorial de los pinoles

Los resultados de las pruebas de ordenamiento por preferencia, indicaron que el tamaño óptimo de partícula para el pinole, fue el obtenido con el tamiz que proporciona partículas de 1 mm. El contenido de canela y azúcar definido como óptimo fue el 1.2 % y 12 %, respectivamente.

De las 32 combinaciones de cereal-leguminosa obtenidas inicialmente, se seleccionaron las más aceptables sensorialmente (14). Las mezclas que incluyeron frijol y cebada desnuda se eliminaron porque no fueron aceptables para utilizarse en un producto como el pinole, ya que los catadores determinaron que el frijol deja un fuerte resabio en el paladar, y la cebada presentó un sabor desagradable; mientras que los granos de maíz, amaranto, arroz, garbanzo, haba y lenteja fueron calificados como sensorialmente aceptables.

Los resultados de la prueba de ordenamiento por preferencia para las 14 mezclas de dos componentes, sensorialmente aceptables, indicaron que las mezclas que incluían arroz fueron menos aceptables que las que incluyeron otros cereales como el maíz y el amaranto. Se calculó el contenido teórico de aminoácidos esenciales de las mezclas de dos componentes; pero el nivel de algunos aminoácidos esenciales era aún deficiente. Por consiguiente, considerando los resultados arriba mencionados, y con el propósito de obtener mezclas de alta aceptación y calidad nutrimental, se prepararon nuevas combinaciones con un cereal y dos leguminosas.

La evaluación sensorial de las mezclas de tres componentes, hizo evidente que tanto el maíz como el garbanzo fueron los granos de sabor preferido por los catadores. Mientras que las combinaciones que incluyeron alto contenido de haba y lenteja, fueron menos aceptadas que las mezclas con dos componentes, debido al sabor fuerte que dejó un resabio en el paladar de los catadores. La mayor aceptabilidad del maíz y garbanzo se atribuye principalmente a su contenido de azúcares totales que es mayor que en las demás harinas. Incluso en las combinaciones que no se incluyó maíz, los jueces demandaron el sabor característico de este cereal, y no aceptaron su substitución por amaranto. Esta preferencia puede deberse a que el maíz es un alimento básico en la dieta del mexicano y nuestro paladar esta acostumbrado a su sabor. Por lo que se incluyó maíz en la preparación de las mezclas con cuatro componentes, además de que por su alto contenido de metionina, suplementa la carencia de este aminoácido en las leguminosas. Por la misma razón, el amaranto se incluyó por ser fuente importante de aminoácidos esenciales, particularmente por su contenido de triptofano, el segundo aminoácido limitante en las leguminosas. El garbanzo se incluyó por ser agradable al paladar y por su alto contenido en lisina, aminoácido deficiente en los cereales. En esta ocasión lo más importante fue evaluar las proporciones de haba y lenteja. En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la evaluación sensorial para estas mezclas y sus aminoácidos deficientes en comparación con la proteína de la FAO (1985). Las mezclas Maíz-Amaranto-Garbanzo-Haba (35-20-40-5), Maíz-Amaranto-Garbanzo-Lenteja (35-20-40-5), Maíz-Amaranto-Garbanzo-Lenteja (30-20-40-10), fueron sobresalientes y constituyeron nuestro producto final.

Cuadro 1. Evaluación sensorial y evaluación y aminoácidos deficientes en mezclas de cereal-leguminosa.

Mezcla	Evaluación sensorial	Aminoácidos deficientes
20-60-20 (M ^v -G ^w -H ^x)	Sabor dulce o sabor regular	Treo y Met
20-15-45-20 (M-A ^y -G-H)	Sabor regular. Necesita mas sabor dulce	Treo, Val y Met
20-10-50-20 (M-A-G-H)	Buen sabor pero necesita ser mas dulce	Treo, Val y Met
20-10-45-15-10 (M-A-G-H-L ^z)	Sabor de regular a desagradable	Treo, Val, Met, y Trp
35-20-40-5 (M-A-G-H)	Buen sabor pero necesita ser mas dulce	Met y Trp
35-20-40-5 (M-A-G-L)	Aceptable, equilibrio en sus componentes	Met y Trp
30-20-40-10 (M-A-G-L)	Buen sabor. Dulce en su punto	Met y Trp

^vMaíz, ^wGarbanzo, ^xHaba, ^yAmaranto, ^zLenteja.

El análisis de varianza de los pinoles de alta calidad de proteína mostró diferencias significativas entre tratamientos, pero no entre repeticiones. Lo anterior indica que los jueces fueron consistentes en su evaluación, y fueron capaces de detectar diferencias entre los productos evaluados (Cuadro 2). Los pinoles de alta calidad de proteína no mostraron diferencias significativas entre si en el nivel de aceptación.

Cuadro 2. Comparación de medias en valores de aceptación de pinoles.

Mezcla	Grupos Tukey*	Media	Observaciones
35-20-40-5 (M ^v -A ^w -G ^x -H ^y)	A	1.0667	60
35-20-40-5 (M-A-G-L ^z)	Ab	1.0500	60
30-20-40-10 (M-A-G-L)	Ab	0.9000	60
Pinole de maíz	B	0.6333	60

^vMaíz, ^wAmaranto, ^xGarbanzo, ^yHaba, ^zLenteja.

*Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $p \leq 0.05$) y DMS de 0.4265.

Las mezclas maíz-amaranto-garbanzo-haba (35-20-40-5) y maíz-amaranto-garbanzo-lenteja (35-20-40-5), mostraron mayor aceptación que el pinole de maíz empleado como testigo;

mientras que la combinación maíz-amaranto-garbanzo-lenteja (30-20-40-10), aunque mostró mayor valor que el pinole de maíz, se situó en el mismo grupo estadístico de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Contenido de aminoácidos esenciales

El Cuadro 3 muestra el contenido de aminoácidos esenciales de las mezclas de cereal-leguminosa. Las cantidades de lisina y triptofano contenidas en los pinoles de alta calidad proteínica son superiores a los encontrados en un pinole de maíz, es decir, cubren en mayor proporción los requerimientos que establece el patrón de aminoácidos esenciales de la FAO (1985). En el caso de la lisina, todas las mezclas son ricas en este aminoácido y rebasan el valor establecido por el patrón FAO (1985), mientras que en el pinole de maíz, la lisina es un aminoácido limitante pues solo reúne un 39 % del requerimiento establecido por la FAO, en tanto que para triptofano las mezclas de cereal-leguminosa satisfacen de 61 a 63 %; mientras que el pinole de maíz satisface únicamente un 32% del requerimiento. En metionina las mezclas de cereal-leguminosa satisfacen de 87 a 91 % de los requerimientos, mientras que en el pinole de maíz este aminoácido no es deficiente, pues este aminoácido es limitante en las leguminosas, por ejemplo en el pinole de garbanzo este aminoácido satisface únicamente el 60% del valor establecido por el Patrón FAO (1985).

Cuadro 3. Contenido de aminoácidos esenciales en pinole de maíz y pinoles elaborados con mezclas de cereales-leguminosas.

Aminoácido [☆]	35-20-40-5 [§]	35-20-40-5 [†]	30-20-40-10 [†]	pinole de maíz	FAO
Lisina	6.6	6.5	7.0	2.2	5.5
Treonina	4.4	4.4	4.4	5.5	4.0
Metionina	2.0	2.0	1.9	3.1	2.2
Triptofano	0.6	0.6	0.6	0.3	1.0
Leucina	10.2	10.3	9.4	15.9	7.0
Isoleucina	4.0	4.0	4.0	4.5	4.0
Valina	5.8	5.7	5.8	6.6	5.0
Fenilalanina	6.1	5.9	6.1	6.3	5.0

[☆](g aa/ 100g proteína)

[§]maíz, amaranto, garbanzo y haba; [†] maíz, amaranto, garbanzo y lenteja.

Los resultados anteriores muestran que la deficiencia de algunos aminoácidos en pinoles elaborados de solo una materia prima, puede ser compensada con la utilización de mezclas de cereal-leguminosa, logrando un alimento de mayor calidad proteínica.

Contenido de proteína en los pinoles de alta calidad proteínica

En el Cuadro 4 se presenta el contenido de proteína de pinoles con alta calidad de proteína. Los resultados mostraron que en estos pinoles el contenido fue de 4 a 5.5 % mayor que el contenido en el pinole tradicional elaborado a base de maíz.

Cuadro 4. Contenido de proteína en pinoles de diferente composición.

Pinole	Proteína (%)	Grupos Tukey *
35-20-40-5 (M ^v -A ^w -G ^x -H ^y)	15.03	b
35-20-40-5 (M-A-G-L ^z)	14.55	c
30-20-40-10 (M-A-G-L)	15.55	a
Pinole de maíz	10.12	d

^vMaíz, ^wAmaranto, ^xGarbanzo, ^yHaba, ^zLenteja.

*Valores con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $p \leq 0.05$).

Inhibidores de tripsina

En los pinoles de las mezclas de cereal-leguminosa, la actividad de inhibidores de tripsina (AIT) expresada en miligramos de tripsina pura inhibida por gramo de harina de frijol en base seca, varió de 1.025 a 1.155 mg IT g⁻¹. Esta cantidad es inferior al intervalo encontrado en frijol mucuna, por Bressani *et al.*, (2003) que fue desde 18.9 en frijol crudo hasta 1.6 mg IT g⁻¹ en frijol tostado por 30 minutos. En el pinole de maíz no se detectó actividad inhibitoria de tripsina (Cuadro 5). A pesar de que el valor de AIT, fue ligeramente superior en las mezclas sobresalientes, la digestibilidad *in vitro* de su proteína fue mayor que en la proteína del pinole de maíz.

Cuadro 5. Actividad del inhibidor de tripsina en pinoles de alta calidad de proteína y pinole de maíz

Pinole	AIT ^t
35-20-40-5 (M ^u -A ^v -G ^w -H ^x)	1.16
35-20-40-5 (M-A-G-L ^y)	1.14
30-20-40-10 (M-A-G-L)	1.03
Pinole de maíz	N. D ^z .

^tActividad del inhibidor de tripsina (mg de tripsina inhibida g⁻¹ de harina de frijol en base seca).

^uMaíz, ^vAmaranto, ^wGarbanzo, ^xHaba, ^yLenteja. ^zNo detectable con el método empleado.

Digestibilidad in vitro de la proteína

La comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) indicó que la digestibilidad *in vitro* de la proteína de los pinoles de cereal-leguminosa no fue significativamente diferente entre las mezclas, fue en promedio 84.5%; sin embargo este valor fue significativamente superior al de la digestibilidad *in vitro* de la proteína del pinole de maíz (81.9%).

CONCLUSIONES

Los tres pinoles elaborados con las mezclas de cereal-leguminosa fueron superiores al testigo (pinole de maíz) en contenido de proteína, balance de aminoácidos esenciales y digestibilidad *in vitro* de su proteína, dos de ellos superaron al testigo en aceptabilidad y uno no mostró diferencia estadísticamente significativa respecto al testigo.

Una combinación óptima de cereales con leguminosas mejora la cantidad y la calidad de la proteína sin demeritar la palatabilidad del alimento, por lo cual representan excelente fuente de aminoácidos esenciales para la dieta de la población mexicana.

RECOMENDACIÓN

Dado que el triptofano es el principal aminoácido limitante en los pinoles de alta calidad proteínica cubriendo de 61% a 63% de los requerimientos establecidos por la FAO (1985), el contenido de este podría superarse utilizando maíces con mayor contenido de este aminoácido, conocidos como QPM (Quality protein maize).

LITERATURA CITADA

- Bressani, R., Lau, M. y Vargas S. M. 2003. **Protein and cooking quality and residual content of dehydroxyphenylalanine and of trypsin inhibitors of processed mucuna beans (*mucuna spp*)**. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, p. 197 - 212.
- FAO/OMS/UNU (Organización de las Naciones Unidas y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud/Universidad de las Naciones Unidas). 1985. **Necesidades de energía y de proteínas**. *Informe de una Reunión*

Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. Serie de Informes Técnicos, No.724, Ginebra, OMS. p. 56-68.

Heninger, G. R., Delgado, P.L, Charney, D. S, Price L.H, Aghajanian G. K. 1992. **Tryptophan-deficient diet and amino acid drink deplete plasma tryptophan and induce a relapse of depression in susceptible patients.** *J Chem Neuroanatomy* 5, p. 347-348.

Hernández, M., Chávez, A. y Bourges, H. 1996. **Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos.** 9^a ed. México. Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. Publicaciones de la división de nutrición. p. 89.

Krymchantowski A.V, Barbosa JS, Cheim C, Alves L.A. 2001. **Oral lysine clonixinate in the acute treatment of migraine: a double-blind placebo-controlled study.** *Arq Neuropsiquiatr* 59(1). p 46-49.

Larmond, E. 1991. **Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food.** Canada Communication Group Pub. p. 90.

López, TA. 1982. **El Hambre.** 2^a parte. Editorial Escuela Superior de Agricultura Hermanos Escobar. p. 82 .

Paredes, L. O. 1984. **Amaranth, Biology, Chemistry and Technology.** Boca Raton, Florida. U. S. A. CRC Press. p. 223.

Rizki, G., L., Arnaboldi, B., Gabrielli, J., Yan, G. S., Lee, R. K., Turner, S. M., Badger, T. M., Pitas, R. E., Maher, J. J. 2006. **Mice fed a lipogenic methionine-choline-deficient diet develop hypermetabolism coincident with hepatic suppression of SCD-1.** *J. Lipid Res.* 47, p. 2280–2290.

Satterlee, L. D., Marshall, H. F., y Tennyson, J. M. 1979. **Measuring protein quality.** *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(3), p. 103 –109.

Smith, C., Megen, W. V., Twaalfhoven, L., y Hitchcock, C. 1980. **The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs.** *Journal Science Food Agriculture*, 31, p. 341-50.

Olaydes Lozano Aguilar

Departamento de Fitotecnia. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo.

Esteban Solórzano Vega

Departamento de Fitotecnia. Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo.

Irma Bernal Lugo

Profesora Investigadora del Departamento de Bioquímica de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctorado en Ciencias Químicas (Bioquímica) de Washington University U.S.A. Postdoctoral. Maestría en Ciencias (Bioquímica) del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N. Química Farmacobióloga de la Universidad Autónoma de Sinaloa, Q.F.B. **Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), CONACYT – México.** Correo electrónico: irmofel@servidor.unam.mx

Hugo Rebolledo Robles

Departamento de Suelos, Área de Fertilidad. Universidad Autónoma Chapingo. Correo electrónico: hrebolle@taurus1.chapingo.mx

Carmen Jacinto Hernández

Doctora en Alimentos. Instituto Politécnico Nacional. Plan de Ayala y Carpio, Santo Tomás. Cd. de México. Maestra en Ciencias en Ciencia y Tecnología de Alimentos por el Instituto Politécnico Nacional, Plan de Ayala y Carpio, Santo Tomás. Cd. de México. Licenciatura en Nutrición (humana) por la Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. Investigadora del Laboratorio de Calidad de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).