

# TORTA DE MARAVILLA (*HELIANTHUS ANNUS*): COMPOSICION QUIMICA, CALIDAD BIOLOGICA DE LA PROTEINA Y ENSAYO DE TOXICIDAD EN RATAS

Digna Ballester (1), Nelly Pak (1), Enrique Yáñez (1), Alejandro Reid (2), Edda Trabucco (3), Irma Pennacchiotti (4), Lillia Masson (4), M Angélica Mella (4), Julia Vinagre (4), Dina Cerda (4), Hermann Schmidt-Hébbel (4) y Gonzalo Donoso (1).

SUNFLOWER PRESSCAKE MEAL (*HELIANTHUS ANNUS*): CHEMICAL COMPOSITION, BIOLOGICAL QUALITY OF THE PROTEIN AND TOXICITY TEST

## Summary

The gross chemical composition, biological quality and true digestibility of different samples of sunflower presscake meals (*Helianthus annus*) of three Edible Oil Factories of Santiago were determined. Analysis showed that this protein concentrate is a good source of protein, minerals and water soluble vitamins. Net Protein Utilization ranged between 43.4 and 56.1% and true digestibility between 70.6 and 79.4%. Amino acid supplementation trials with rats showed that sunflower protein is lysine deficient.

A toxicity test was performed by feeding rats of both sexes a diet based on sunflower presscake meal at 20% Protein calories for six months. Histological studies of different organs and tissues showed no signs of pathological damage.

Investigaciones mundiales sobre alimentación han puesto en evidencia la gravedad del estado nutricional en diferentes países, especialmente en América Latina y Africa (1). Por lo tanto, los esfuerzos para cubrir los requerimientos nutritivos, en especial de lactantes y preescolares, son de urgente importancia y merecen atención por parte de organismos nacionales e internacionales.

En Chile se ha establecido que, tal como sucede en muchos países en desarrollo, el consumo de alimentos de origen animal es insuficiente (2), lo que conduce a estados de desnutrición de amplios estratos de la población.

Entre las medidas adoptadas para combatir el déficit proteico, se ha recomendado estimular la producción y consumo de algunos alimentos proteicos de origen vegetal, como las leguminosas (3), el desarrollo de combinaciones económicas y eficaces de alimentos de origen vegetal con un contenido adecuado de proteínas (4). Otra medida útil para enfrentar este déficit lo constituye el empleo de nuevos concentrados proteicos (5), no utilizados actualmente en la alimentación humana, como las tortas de oleaginosas, levaduras, proteína de petróleo, etc. Una de las posibilidades en nuestro país sería el empleo de la torta de maravilla (*Helianthus annus*). El cultivo de la maravilla está bastante difundido, teniendo como finalidad la producción de aceite comestible, industria que deja como subproducto cantidades considerables de tortas ricas en proteínas, destinadas en la actualidad a la alimentación de aves y cerdos y a combustible. En efecto, la producción de semillas de oleaginosas para el año 1966-1967 se calcula en 45 mil toneladas con un rendimiento de 19.350 toneladas de torta de maravilla (6).

(1) Centro de Investigaciones de la Nutrición, Cátedra de Alimentación, Escuela de Salubridad, Universidad de Chile.

(2) Departamento Anatomía Patológica, Hospital San Juan de Dios, Santiago.

(3) Laboratorio de Investigaciones Pediátricas, Hospital Arriarán, Santiago.

(4) Cátedra de Bromatología, Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Chile.

El objeto de este trabajo fue determinar en muestras de tortas de maravilla obtenidas de diferentes industrias de Santiago, la composición química, la calidad de la proteína, la suplementación con aminoácidos y la posible toxicidad, con miras a ser utilizadas en la alimentación humana.

### Material y métodos

Se analizaron tortas de maravilla obtenidas de tres industrias de aceite de Santiago, denominadas A, B y C. En cada una de ellas se recolectaron dos a tres muestras provenientes de un homogenizado de material con diferentes fechas de producción, las que fueron sometidas a una tamización especial con el fin de rebajar el contenido de fibra.

El análisis químico comprendió:

- 1) Humedad — por desecación en estufa a 105° hasta peso constante.
  - 2) Proteínas — por el método de Kjeldahl, usando el destilador de Markham (7). Para la conversión de nitrógeno a proteínas se usó el factor 6.25.
  - 3) Extracto etéreo — por extracción con éter etílico en Soxhlet.
  - 4) Cenizas totales — por calcinación a 550°.
  - 5) Fibra cruda — por el método de la AOAC (8).
  - 6) Calcio — por permanganometría (9).
  - 7) Fósforo — determinación espectrofotométrica por formación de azul de molibdeno (9).
  - 8) Hierro — determinación espectrofotométrica usando o-fenantrolina (8).
  - 9) Tiamina — determinación fluorométrica del tiocromo (10).
  - 10) Riboflavina — valoración fluorométrica (10).
  - 11) Niacina — por valoración microbiológica (11).
  - 12) Aminoácidos — por métodos microbiológicos (12).
- Valor calórico — calculado utilizando los coeficientes de Atwater.

*Análisis biológico.* Se determinó la Utilización Proteica Neta (UPN) de las tortas de maravilla, al 10% de calorías proteicas, por el método de Miller y Bender (13). La digestibilidad verdadera de la proteína se determinó en los mismos experimentos de acuerdo a la fórmula siguiente (14):

$$I = \frac{(F-F)}{k}$$

$$D = \frac{I}{I} \times 100$$

I = Nitrógeno ingerido

F = Nitrógeno fecal

Fk = Nitrógeno fecal grupo apteico.

La Utilización Proteica Neta estandarizada (UPNst) se calculó a partir de la fórmula derivada de la ecuación de Miller y Payne (15).

*Ensayos de suplementación aminoacídica.*—En distintos grupos de ratas, se determinó la Utilización Proteica Neta de torta de maravilla (10% calorías proteicas), adicionada de 0.3% de L-lisina, 0.3% de DL-metionina y 0.3% de DL-triptofano.

*Ensayo de Toxicidad.*—Se alimentaron 35 ratas de ambos sexos desde el destete (21 días) y durante seis meses con una dieta en la cual la torta de maravilla iba incluida al 20% de calorías proteicas. El grupo control (28 ratas) recibió dieta a base de leche-caseína (2:1), con la misma concentración de calorías proteicas. Los animales recibieron agua y dieta ad libitum. Se controló el peso y la ingesta semanalmente.

Al término del ensayo los animales se sacrificaron y se tomaron muestras de: hígado, tiroides, hipófisis, suprarrenales, páncreas, pulmones, corazón, riñones, músculo esquelético, piel, tejido óseo, médula hematopoyética, estómago, intestino delgado, tejido adiposo, cartilago, sistema linfático y bazo para su estudio histológico. Se determinó además el peso relativo de algunos órganos.

### Resultados experimentales

A) *Composición química.*—En la Tabla 1 se presentan los valores de humedad, proteínas, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas, componentes no nitrogenados, expresados en g/100 g de peso seco, y el valor calórico (Cal/100g) de las tortas de maravilla en ensayo. Se observa un alto contenido de proteínas que hace de las tortas una importante fuente potencial de estos nutrientes. El extracto etéreo es bajo, lo que demuestra que la mayor parte del aceite de la semilla de maravilla ha sido extraído. Esto presenta la ventaja de obtener un producto de mejor conservación. Los valores de fibra cruda en las distintas muestras presentan variaciones notables, a pesar de haberse tamizado las tortas en las mismas condiciones en cada una de las industrias. Los componentes no nitrogenados (calculados por diferencia) representan aproximadamente un tercio del producto seco y según Defromont (16) están constituidos por glúcidos reductores e hidrolizables. Los valores calóricos son bastante semejantes en todos los productos estudiados.

En la Tabla 2 se muestran los valores de calcio, fósforo, hierro, tiamina, riboflavina y niacina, expresados en mg/100g de peso seco, en las tortas de maravilla. Los datos obtenidos para calcio, fósforo y hierro

Tabla 1

HUMEDAD (g/100g muestra), COMPOSICION QUIMICA (g/100g peso seco) Y VALOR CALORICO CAL/100g peso seco) DE TORTAS DE MARAVILLA DE TRES INDUSTRIAS DE ACEITE DE SANTIAGO

Nº muestra	Humedad	Proteína N x 6.25	Extracto etéreo	Fibra cruda	Cenizas	Componentes no nitrogenados*	Valor calórico
A 1	7.8	44.0	0.7	9.2	8.9	37.2	331
A 2	5.8	42.3	0.6	12.1	11.3	33.7	310
B 1	7.5	40.2	1.8	14.1	7.4	36.5	323
B 2	7.6	39.2	2.3	14.7	7.7	36.1	322
B 3	7.1	40.0	2.6	8.6	8.2	40.6	345
C 1	4.9	45.6	1.8	8.6	8.1	35.9	342
C 2	6.8	48.6	2.1	8.3	9.1	31.9	341

(\*) por diferencia.

Tabla 2

CÁLCIO, FOSFORO, HIERRO, TIAMINA (B1), RIBOFLAVINA (B2) Y NIACINA (mg/100g peso seco) EN TORTAS DE MARAVILLA DE TRES INDUSTRIAS DE ACEITE DE SANTIAGO

Nº muestra	Ca	P	Fe	B1	B2	Niacina
A 1	545	1581	52.6	4.7	1.1	7.0
A 2	662	1769	201.1	2.8	1.4	8.1
B 1	535	1295	36.2	3.9	0.9	5.6
B 2	571	1365	41.1	3.8	0.8	6.9
B 3	495	1831	27.4	3.1	0.8	14.0
C 1	516	1469	45.7	3.1	0.9	10.2
C 2	453	1926	32.1	3.9	0.8	13.3

señalan a las tortas de maravilla como productos ricos en estos minerales. Llama también la atención el alto contenido de cenizas totales y hierro de la muestra A 2, que podría explicarse por contaminación con el equipo de trabajo. Se destacan los altos valores de las vitaminas, aún superiores a los encontrados en las leguminosas, que se caracterizan por niveles altos de vitaminas del complejo B.

B) *Calidad proteica.*—Los resultados de Utilización Proteica Neta (UPN), Utilización Proteica Neta estandarizada (UPNst) y la digestibilidad verdadera de la proteína (D) se presentan en la Tabla 3.

La Utilización Proteica Neta dio un valor promedio de 51,3 con un rango de 43,4 a 56,1, valores que son inferiores a los comunicados para la proteína de origen animal como caseína (17) y harina de pescado (18), pero bastante superior a los encontrados para harina de trigo, harina tostada (19) y gluten (20).

La Utilización Proteica Neta estandarizada resultó francamente inferior al puntaje proteínico calculado a partir de los aminoácidos de la semilla de maravilla dados por Tablas (21). Esto señalaría posiblemente daño proteico de la torta de maravilla durante el proceso de extracción del aceite por acción del calor (reacción de Maillard) o por acción de los solventes, que haría parte de los aminoácidos inutilizable por el organismo.

La digestibilidad de las tortas mostró un valor promedio de 74,1 con un rango de 70,6 a 79,4 que son inferiores a los encontrados en proteínas animales de buena calidad (22). Se encontró una relación inversa entre el contenido de fibra y la digestibilidad.

Tabla 3

CALIDAD DE LA PROTEINA (UPN), UTILIZACION PROTEICA NETA ESTANDARIZADA (UPNst) Y DIGESTIBILIDAD VERDADERA (D) DE LA PROTEINA EN TORTAS DE MARAVILLA DE TRES INDUSTRIAS DE ACEITE DE SANTIAGO

Nº muestra	P (*)	UPN	UPNst	D
A 1	10,5	51,3	63,5	79,4
A 2	10,2	43,4	53,3	72,7
B 1	9,9	56,1	68,6	70,6
B 2	10,4	48,5	59,9	71,8
B 3	11,5	54,9	69,6	74,1
C 1	11,6	55,6	71,0	77,3
C 2	11,2	49,1	61,8	72,7

(\*) P = Calorías Proteicas %.

Tabla 4

CONTENIDO DE ALGUNOS AMINOACIDOS ESENCIALES EN TORTAS DE MARAVILLA mg/g N

Nº muestra	Metionina	Treonina	Triptofano	Cistina	Lisina
A 1	123	240	65	100	298
A 2	132	243	63	118	287
B 1	129	255	72	122	259
B 2	101	256	66	119	273
B 3	152	218	94	87	296
C 1	131	208	57	174	261
C 2	132	306	74	74	291
Proteína Patrón FAO	144	180	90	(126)*	270

\* Calculado como azufrados-totales-metionina.

C) *Contenido de algunos aminoácidos esenciales.*—En la Tabla 4 se presenta el contenido de algunos aminoácidos esenciales, que se han descrito como limitantes en la torta de maravilla (23 y 24).

Los resultados indican, a diferencia de lo comunicado por otros autores, que el triptófano y aminoácidos azufrados serían los limitantes en nuestra torta de maravilla. El contenido de lisina en casi todas las muestras es superior al de la proteína patrón (25). Cabe destacar, sin embargo, que las cifras anotadas se refieren únicamente al contenido de aminoácidos totales y no al contenido de aminoácidos utilizables.

D) *Suplementación de torta de maravilla con aminoácidos.*—Los resultados (Tabla 5) confirman lo aseverado por otros autores en el sentido de que el primer aminoácido limitante de la proteína de la maravilla es la lisina (23).

E) *Ensayo de toxicidad.*—En ambos sexos el crecimiento de las ratas alimentadas con torta de maravilla fue ligeramente inferior al del

Tabla 5

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE AMINOACIDOS SOBRE LA CALIDAD BIOLOGICA DE LA PROTEINA DE TORTA DE MARAVILLA.  
UTILIZACION PROTEICA NETA AL 10% DE CALORIAS PROTEICAS

Torta de Maravilla	Torta de Maravilla + 0,3% L-Lisina	Torta de Maravilla + 0,3% DL-Metionina	Torta de Maravilla + 0,3% DL-Triptofano
53.9	62.9	57.9	57.5

Fig. 1 CRECIMIENTO PROMEDIO DE RATAS ALIMENTADAS DESDE EL DESTETE HASTA LOS 200 DIAS DE EDAD CON CASEINA-LECHE 2:1 Y TORTA DE MARAVILLA AL 20% DE CALORIAS PROTEICAS.

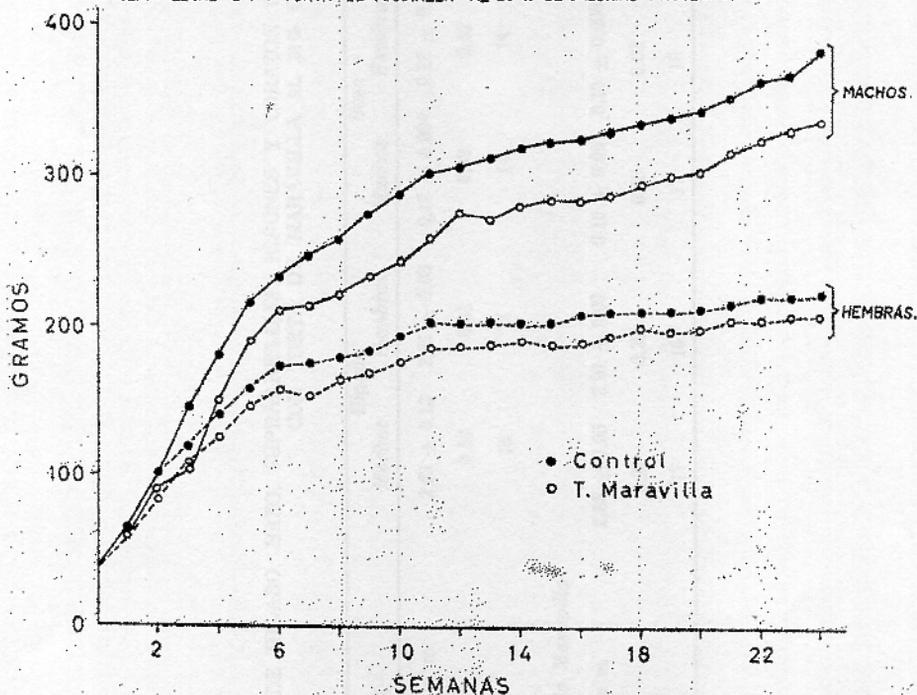


Tabla 6

PESO DE HIGADO, BAZO, SUPRARRENALES, RINONES Y CORAZON (g/100) EN RATAS MACHOS Y HEMBRAS ALIMENTADAS DURANTE 6 MESES CON TORTA DE MARAVILLA AL 20% CALORIAS PROTEICAS Y EN RATAS CONTROLES

Dieta	Higado		Bazo		Suprarrenales		Rinones		Corazon	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
m ± e m	2.92 ± 0.13	2.65 ± 0.08	0.13 ± 0.004	0.17 ± 0.005	0.014 ± 0.001	0.026 ± 0.001	0.59 ± 0.02	0.65 ± 0.02	0.27 ± 0.01	0.32 ± 0.01
d. s	0.50	0.31	0.02	0.02	0.002	0.005	0.08	0.06	0.04	0.003
n =	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
<b>Torta de Maravilla</b>										
m ± e m	2.88 ± 0.05	2.91 ± 0.09	0.15 ± 0.007	0.19 ± 0.006	0.017 ± 0.001	0.028 ± 0.001	0.64 ± 0.02	0.72 ± 0.03	0.28 ± 0.02	0.32 ± 0.01
d. s	0.21	0.39	0.03	0.02	0.004	0.004	0.07	0.13	0.04	0.03
n =	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16

grupo control (Figura 1). La ingesta total promedio expresada como g/rata/día, fue similar en ambos grupos para cada sexo (machos 10.9 g, hembras 8.7 g.). El peso relativo de hígado, riñones, bazo, suprarrenales y corazón, en machos y hembras (Tabla 6), no mostró diferencias significativas en relación al grupo control. El estudio histológico de los diferentes tejidos y órganos analizados no reveló alteraciones.

### Conclusiones

Los estudios realizados muestran que las tortas de maravilla constituyen una apreciable fuente de proteínas de calidad biológica aceptable, con un buen contenido de minerales (calcio, fósforo, hierro) y vitaminas (tiamina, riboflavina y miscina) y carecen de propiedades tóxicas.

En experiencias biológicas de suplementación de torta de maravilla con aminoácidos la lisina resultó ser el aminoácido limitante, en cambio la determinación directa de aminoácidos por métodos microbiológicos señaló al triptofano.

La formulación de mezclas a base de tortas de maravilla con proteínas de buena calidad como la harina de pescado y leche descremada harían posible la obtención de productos susceptibles de ser usados por los grupos vulnerables de nuestra población, lactantes, preescolares, embarazadas y nodrizas.

### Resumen

Se determinó la composición química, calidad biológica y digestibilidad verdadera de la proteína en diversas muestras de tortas de maravilla de tres industrias de aceite de Santiago. Se encontró un alto contenido de proteínas, como asimismo de calcio, fósforo, hierro, tiamina, riboflavina y niacina. La Utilización Proteica Neta varió de 43.4 a 56.1 y la digestibilidad verdadera mostró un rango de 70.6 a 79.4. La suplementación de la proteína de torta de maravilla con diferentes aminoácidos reveló que su utilización está limitada por lisina. Sin embargo, la determinación de aminoácidos por métodos microbiológicos señala al triptófano como primer limitante.

Se investigó la toxicidad de la torta de maravilla al 20% de las calorías proteicas en ratas de ambos sexos, durante seis meses, utilizando como grupo control ratas alimentadas con dieta de leche-caseína a igual concentración proteica. El estudio histológico de los diferentes órganos y tejidos estudiados no presentó diferencias entre el grupo control y el grupo alimentado con torta de maravilla.

### Bibliografía

- 1.—FAO.—Seis millones de bocas. El mundo y su alimentación. N° 4, Roma, 1963.
- 2.—Interdepartmental Committee on Nutrition for National Defense; Chile Nutrition Survey March-June, 1960.
- 3.—FAO.—Las leguminosas en la nutrición humana. N° 19, Roma, 1964.
- 4.—Bressani, R.; L. G. Eñías; A. Aguirre, and N. S. Scrimshaw.—J. Nutr. 74: 201, 1961.
- 5.—Teply, L. J.—Nutr. Bromatol. Toxicol. 3: 91, 1964.
- 6.—Ministerio de Agricultura, Departamento de Economía Agraria.—Comunicación personal.
- 7.—Markham, R.—Biochem. J. 36: 790, 1942.
- 8.—AOAC.—Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 9th Edition, 1960.
- 9.—Schmidt-Hebbel, H.—Tratado de Bromatología Ed. El Imparcial, Santiago de Chile, 1952.
- 10.—Cátedra de Bromatología, Escuela de Química y Farmacia. Método de Valoración de Vitaminas en Alimentos, Universidad de Chile, 1958.
- 11.—International Association for Determination of Cereal Chemistry: Determination of Vitamins. Agricultural University. Department of Food Technology. Postdam, Poland, 1964.

- 12.—Barton, Wright, E. C.—The microbiological assay of the Vitamin B-Complex and amino acids. Isaac Pitman and Sons Ltd., London, 1952.
- 13.—Miller, D. S. and A. E. Bender.—Brit. J. Nutr. 9: 382, 1955.
- 14.—Bender, A. E.—Proc. Nutr. Soc. 17: 85, 1958.
- 15.—Miller, D. S. and P. R. Payne.—Brit. J. Nutr. 15: 11, 1961.
- 16.—Defromont, C.—Corp. Gras N° 7, Julio, 1964.
- 17.—Donoso, G. y E. Yáñez.—Nutr. Bromatol. Toxicol. 1: 37, 1962.
- 18.—Donoso G. y E. Yáñez.—Nutr. Bromatol. Toxicol. 1: 97, 1962.
- 19.—Ballester, D.; M. A. Tagle y G. Donoso.—Nutr. Bromatol. Toxicol. 4: 235, 1962.
- 20.—Tannous, R. I.; J. W. Cowan; F. Rinnúe; R. J. Asfeur and Z. I. Sabry.—Am. J. Clin. Nutrition 17: 143, 1965.
- 21.—Orr, M. L. and B. K. Watt.—Amino acid content of foods. Home Economics Research Report N° 4. U. S. Department of Agriculture, 1957.
- 22.—Bender, A. E. and S. Haizelden.—Brit. J. Nutr. 11: 42, 1957.
- 23.—Rombauts, P.—Oleagineux 6e année N° 11, Avril, 1951.
- 24.—Howe, E. E.; E. W. Gilfillan and M. Milner.—Am. J. Clin. Nutrition 16: 321, 1965.
- 25.—FAO.—Protein Requirements. Publ. N° 16, Roma, 1957.