

Composición química y calidad biológica de la proteína de semilla y torta de cartamo

(*Carthamus tinctorius* L.)¹

Héctor Araya² y María Angélica Tagle³

INTRODUCCION

El cartamo (*Carthamus tinctorius* L.) se introdujo en Chile como materia prima para la obtención de aceite comestible. Los cultivos experimentales se iniciaron en el año 1945, mostrando los cultivos ensayados poca adaptación a las condiciones ecológicas de la zona central. Sin embargo, en 1956 Barahona (6) señala la importancia de los cultivos oleaginosos para Chile y las buenas posibilidades del cartamo para incorporarse como cultivo permanente en la zona central. Desde la temporada 1967-1968, con la llegada al país de nuevas variedades, el Departamento de Fito-tecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Católica, Cerón *et al* (8), está realizando estudios agronómicos integrales (época de siembra, regadío, control de malezas, etc.) acerca de la adaptabilidad de este cultivo a las características de nuestro suelo y clima, habiendo ya encontrado condiciones adecuadas para un buen rendimiento. Los resultados de estas investigaciones permitieron comenzar un programa de siembras comerciales que comprendió 76 hectáreas en 1969-1970⁴.

Las tortas de oleaginosas, subproductos en la obtención industrial del aceite, han despertado el interés de nutricionistas como una posible solución al problema del déficit de proteínas de origen animal en países en desarrollo. En Chile, Ballester *et al* (4) (5), Yáñez *et al* (21) (22), Spada *et al* (18), han efectuado estudios con torta de raps (*Brassica napus*) y de maravilla (*Helianthus annuus*). Los resultados informados, confirman que las tortas pueden considerarse como concentrados proteicos de proteína de regular calidad, susceptibles de ser mejorada por suplementación

aminoacídica o suplementación recíproca en mezclas de alimentos. Se han realizado algunas experiencias con torta de cartamo, Kuzmicky y Kohler (11), Castelló (7), Arnaíz (2), Baker *et al* (3), demostrándose que puede ser un buen aporte proteico, siempre que se emplee con otro producto que adicione energía. También Kohler (10), Palter *et al* (17), Matthews *et al* (13), sugieren la posibilidad de su utilización en la alimentación humana. Ante la posibilidad de una expansión del cultivo del cartamo en nuestro país, hemos iniciado los estudios nutricionales preliminares.

MATERIAL Y METODO

Se trabajó con semilla y torta de cartamo, variedad Gila, proporcionadas por Comprador de Maravilla, S. A. (COMARSA).

Las determinaciones químicas realizadas fueron: humedad, por desecación a 105° C hasta peso constante; proteína, por Kjeldahl, utilizando el destilador Markham (12); grasa, por Soxhlet con éter etílico como líquido extractor; cenizas por calcinación a 550° C; fibra cruda, según AOAC (1), y residuo no nitrogenado, calculado por diferencia.

La calidad biológica de la proteína se determinó por el método de la utilización proteica neta (UPN), según Miller y Bender (14). La digestibilidad se calculó según fórmula aceptada por FAO (9):

$$D = \frac{I - (F - F_x)}{I}, \text{ donde}$$

D = digestibilidad verdadera; I = nitrógeno ingerido; F = nitrógeno fecal, y F_x = nitrógeno fecal excretado aun cuando no se ingieran proteínas (grupo aptoteico).

Suplementación aminoacídica: la torta de cartamo tamizada se suplementó con 0,2% y 0,3% de L-lisina y 0,3% de DL-metionina y se determinó nuevamente la utilización proteica neta.

¹Este trabajo fue presentado en la II Reunión Científica de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), celebrada en Viña del Mar, diciembre de 1970.

Recepción manuscrito: 3 de febrero de 1971.

²Químico-Farmacéutico, Profesor de Nutrición. Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Independencia 939, Santiago, Chile.

³Doctora en Química y Farmacia, Profesora de Bioquímica y Nutrición. Jefe Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

⁴Herrera, J. y Alvarez, L. Departamento Técnico, COMARSA. Comunicación personal.

RESULTADO Y DISCUSION

La composición química de la semilla, torta y torta tamizada, se presenta en el Cuadro 1. Resaltan algunos valores de importancia desde el punto de vista nutricional: la concentración de proteínas que en la semilla es de 12,7%, alcanza a 19,1% en la torta, llegando a 32,2 en la torta tamizada, lo que equivale a 34,8% sobre peso seco, cifras que la hacen interesante como recurso proteico. El

porcentaje de fibra que en la semilla es de 25,7%, en la torta aumenta a 40,9% y por tamización a través de malla de 35 "mesh", disminuye a 21,1%, con un rendimiento aproximado de 50% en relación a la torta original. Las cifras referidas a composición química de la semilla y torta de cartamo cultivado en Chile, corroboran resultados obtenidos por Kohler (10), quien trabajó con cartamo tipo comercial cultivado en USA.

Cuadro 1 — Composición química (%) de semilla, torta y torta tamizada de cartamo.

	HUMEDAD	PROTEINA (N × 6,25)	GRASA	CENIZAS	FIBRA CRUDA	RESIDUO NO NITROGENADO
Semilla	4,8	12,7	35,8	2,4	25,7	18,6
Torta	6,8	19,1	0,9	4,7	40,9	27,6
Torta tamizada (35 mesh)	7,6	32,2	0,8	6,7	21,1	31,6

No encontramos información en la literatura en cuanto a composición química de torta tamizada con la que poder comparar nuestros resultados. Kohler (10), experimentó con harina de endospermio de semilla de cartamo, llegando a obtener concentraciones de proteínas del orden de 50-60% y un contenido de fibra de 5-10%. En nuestro estudio preferimos evaluar el subproducto obtenido de la industria aceitera, sometido exclusivamente a un proceso de tamización, por ser éstas las condiciones que permitirían su utilización a un costo adecuado.

La utilización proteica neta de la semilla resultó 44,4 comparable con el valor encontrado para la proteína de la torta tamizada, 43,9 (Cuadro 2). Para establecer este tipo de comparación es necesario que la UPN haya sido determinada a concentración baja de proteína, es decir, que en la dieta suministrada al animal de experimentación, la proteína en ensayo aporte el 10% o menos de las calorías totales ($P =$ porcentaje de las calorías totales que es aportado por la proteína $\leq 10\%$); a tales concentraciones se obtiene la utilización máxima, Tagle y Donoso (19). En nuestro estudio se determinó la calidad de la proteína de la semilla directamente, de tal manera que de su contenido de 12,7 g. de proteína/100 g. (Cuadro 1), resulta un P de 11,4 (Cuadro 2), cifra ligeramente más alta que el límite recién citado. En el caso de la torta tamizada, para la determinación de UPN se la introdujo en una dieta completa, donde el único aporte proteico fue el material en ensayo y lo hizo al nivel de $P = 10\%$. Era dable esperar que la UPN de la torta tamizada fuese superior a la

de la semilla, no sólo por esta pequeña diferencia, sino también por el diferente contenido de fibra: la proteína de la semilla se evaluó en el material original con 25,7% de fibra, en tanto que la proteína de la torta tamizada se evaluó en presencia de sólo 7% de fibra (se llega a esta cifra por la tamización de la torta y su posterior dilución en la dieta). Sin embargo, se encontraron valores similares de UPN, lo que podría interpretarse como consecuencia de daño térmico experimentado por la proteína de la torta durante el proceso industrial de obtención de aceite.

La digestibilidad verdadera de la proteína del cartamo, ensayada a una concentración de 10% de calorías proteicas y en presencia de 7% de fibra resultó de 72%, cifra que la hace

Cuadro 2 — Calidad proteica, medida como UPN, de la semilla, torta tamizada* y torta tamizada* suplementada.

	UPN	P%
Semilla	44,4	11,4
Torta tamizada	43,9	10,0
Torta tamizada + 0,2% L-lisina	55,3	10,0
Torta tamizada + 0,3% L-lisina	54,3	10,0
Torta tamizada + 0,2% L-lisina + 0,3% DL-metionina	57,2	10,0

*Tamizada a 35 mesh.

aceptable y comparable con materiales vegetales, tales como leguminosas, Pak y Barja (16).

Según Kohler (10), los aminoácidos limitantes de la proteína del cartamo son lisina y metionina. Al realizar suplementación aminoacídica encontramos que la adición de 0,2% de L-lisina, aumentó la UPN desde 43,9 hasta 55,3; el resultado encontrado para el material adicionado con 0,3% de L-lisina no fue superior al obtenido con 0,2%; tampoco se encontró ventaja nutricional cuando se usó la suplementación combinada con L-lisina y DL-metionina. Nuestros resultados concuerdan con otros de la literatura (15); se ha logrado subir el PER de 1,39 a 2,09 por adición de lisina. Sin embargo, ellos detectaron algún ligero aumento al adicionar metionina, hecho que no se evidenció en nuestro estudio.

Vale la pena comentar que Kohler (10), calculó un "score" de 74, en comparación con

el patrón aminoacídico provisional de FAO, para la proteína de endospermio de semilla; el valor 74 estaría dado por el contenido de lisina. Es evidente que no existe acuerdo entre esta cifra y los valores de UPN que estamos presentando. Las razones para esta discordancia podrían ser varias: el patrón FAO es poco exigente, Tagle (20); esta comparación no considera la fibra contenida en el material y que, en el caso de la rata, disminuye la digestibilidad y el valor de UPN; considera la totalidad de la lisina presente, en circunstancia que parte de ella puede estar atrapada, no utilizable.

En el Cuadro 3 se compara la composición química y la UPN de la torta de cartamo con otras oleaginosas, ya consideradas como recursos proteicos en Chile: tortas de maravilla y de raps, sometidas a igual grado de tamización. La de cartamo presenta el valor más bajo en

Cuadro 3 — Comparación de la composición química y calidad proteica (UPN) de las tortas de raps, cartamo y maravilla, sometidas a igual grado de tamización (35 mesh).

	HUMEDAD	PROTEINA (N x 6,25)	GRASA	GENIZAS	FIBRA CRUDA	EXTRACTO NO NITROGENADO	UPN
Torta de cartamo	7,6	32,2	0,8	6,7	21,1	31,6	43,9
Torta de maravilla*	5,1	38,5	3,8	8,4	12,7	31,5	50,6
Torta de raps*	7,4	38,6	1,9	6,3	14,6	31,2	50,5

*Nutr. Bromatol. Toxicol. 4:136. 1965.

proteína y el más alto en fibra, en tanto que la calidad de su proteína, UPN 43,9 es inferior a la de maravilla, 50,6 y también a la de raps, 50,5. Indudablemente, la situación de inferioridad del cartamo se debe en gran parte a que la envoltura, rica en fibra, alcanza en las variedades comerciales a cifras del orden de 33 a 45% del total de la semilla.

Para ampliar las posibilidades de utilización

de la torta de cartamo como recurso proteico, podría sugerirse el cultivo de variedades que presenten menor contenido de cáscara o pericarpio en la semilla, y/o el desarrollo de métodos adecuados para eliminar la cáscara durante el procesamiento industrial y un buen control y estandarización del proceso térmico en la obtención de aceite, de tal manera de evitar daño excesivo a la proteína.

R E S U M E N

Se comunican los resultados obtenidos en un estudio preliminar, químico y biológico, del cartamo (*Carthamus tinctorius* L.), cultivado en Chile. Los materiales estudiados fueron semilla, torta (subproducto de la obtención industrial del aceite), y torta tamizada por 35 mesh. Se determinó la composición química y la utilización proteica neta de estos materiales, y de la torta tamizada suplementada con 0,2% de L-lisina; 0,3% L-lisina, y 0,2% L-lisina más 0,3% de DL-metionina.

Resalta el porcentaje de proteína ($N \times 6,25$) de la torta tamizada, 34,8% expresado sobre peso seco, lo que le da el carácter de concentrado proteico. El contenido de fibra, 21% es aún alto y disminuye sus propiedades nutricionales para la rata. La calidad de la proteína expresada como UPN, 43,9, resulta inferior a la de otras oleaginosas consideradas ya como recursos proteicos en el país: raps, 50,5, y maravilla, 50,6. Al suplementar la torta tamizada con 0,2% de L-lisina se alcanza un valor de 55,3 no habiendo mayor incremento al hacerlo con 0,3% de L-lisina o 0,2% de L-lisina más 0,3% de DL-metionina.

Los resultados demuestran que la torta de cartamo es un recurso proteico con posibilidades de uso en la alimentación animal y aun susceptible de ser ensayado en mezclas para la alimentación humana. Para ampliar sus posibilidades se podría sugerir el cultivo de variedades que presenten un menor porcentaje de cáscara o corteza y/o el desarrollo de métodos en escala industrial adecuados para separar la envoltura de la semilla o "pepita", lo que resultaría en un material con mayor contenido de proteínas, mejor calidad proteica y menor contenido de fibra; también se hace necesario el control del proceso térmico en la obtención industrial del aceite.

S U M M A R Y

Chemical composition and protein quality (NPU) of safflower seed cultivated in Chile, were studied. Safflower meal, by product of the oil industry, was submitted to the same analysis, and also was screened through a 35 mesh sieve and analyzed. Besides, the screened safflower meal was supplemented with 0,2% L-lysine; 0,3% L-lysine, and simultaneously with 0,2% L-lysine and 0,3% DL-methionine, and protein quality was evaluated.

Screened safflower meal has a high protein content, 34,8% on dry basis which makes possible to consider it as a protein concentrate. The fiber content, 21%, is high and decreases its nutritional value for the rat. Protein quality, 43,9 NPU units, is lower than the figures found for sunflower meal and for rapeseed meal, submitted to the same screening.

When supplementing screened safflower meal with 0,2% L-lysine an increased NPU, 55,3 was found. However the enrichment with 0,3% L-lysine, or with 0,2% L-lysine and 0,3% DL-methionine did not produce a higher increment.

To develop screened safflower meal as a protein resource, some suggestions could be considered: the use of some varieties with a lesser percentage of seed cover, and/or the desing of adequate methods to separate seed covers and an estrict thermic control during the industrial process of oil extraction.

L I T E R A T U R A C I T A D A

1. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, 9th. ed. 1960.
2. ARNAÍZ, M. El cartamo en la alimentación de las aves. An. Inst. Vet. Madrid. 18: 1968-1969.
3. BAKER, M. L. *et al.* Feeding safflower meal. Univ. Nebraska, Agric. Exp. Stat. Bull. 402: 11. 1951.
4. BALLESTER, D. *et al.* Torta de raps (*Brassica napus*). I. Estudio de toxicidad en la rata. Nutr. Bromatol. Toxicol. 6: 129. 1967.
5. ———, *et al.* Torta de maravilla (*Helianthus annuus*). Composición química, calidad biológica de la proteína y ensayo de toxicidad en ratas. Nutr. Bromatol. Toxicol. 6: 63. 1967.
6. BARAHONA Z., JORGE. El cartamo, un nuevo cultivo oleaginoso para la zona central. Simiente. Vol. 26. N.os 1-4: 42-44. 1956.
7. CASTELLÓ, J. A. Efecto de la torta de cartamo sobre el peso y el índice de conversión de los broilers. Avances Aliment. Mejora Animal. 10: 371-374; 377-379. 1969.
8. CERÓN, W., JIMÉNEZ, G., CAMPOS, L. y RUGGIERI, E. Estudios relacionados con prácticas culturales y variedades en cartamo (*Carthamus tinctorius* L.). Informe Temporada 1967-1968, Departamento Fitosocnia, Facultad de Agronomía, Universidad Católica, Chile. 53 p.
9. FAO. Protein requirements. Report of the FAO committee, Rome. Italy. 1955.
10. KOHLER, G. O. Safflower meal. J. Am. Oil. Chem. Soc. 43: 413. 1966.
11. KUZMICKY, D. D. and KOHLER, G. O. Safflower meal: the effect of chick age and ration lysine content on its use in chicks starter rations. Poultry Science. 47: 1473. 1968.

12. MARKHAM, R. A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. *Biochem. J.* 35: 790. 1942.
13. MATTHEWS, R. H., SHARPE, E. J. and CLARK, W. The use of some oil seed flours in bread. *Cereal Chemistry*, 47: 181. 1970.
14. MILLER, D. S. and BENDER, A. E. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.* 9: 382. 1955.
15. NUTRITION REVIEWS. Nutritional value of safflower meal. 25: 29. 1967.
16. PAK, N. y BARJA, I. Valor nutritivo de cuatro variedades de fréjoles (*Phaseolus vulgaris*) y cinco de poroto soya (*Glycine max*), cultivados en Chile. Presentado en la II Reunión Científica de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN), celebrada en Viña del Mar, diciembre de 1970. Libro de resúmenes. p. 72.
17. PALTER, R., KOHLER, G. O. and KNOWLES, P. F. Survey for a high lysine variety in the world collection of safflower. *J. Agric. Food Chem.* 17: 1298. 1969.
18. SPADA, R. *et al.* Ensayo de mezclas a base de harina de pescado, torta de maravilla y leche descremada en preescolares. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 107. 1967.
19. TAGLE, M. A. and DONOSO, G. Effect of protein level on utilization of casein and gluten by weanling rats. *J. Nutr.* 93: Nº 4. 1967.
20. ————. La calidad y el valor proteico de la dieta del proletariado chileno. *Rev. Med. Chile.* 98: 549. 1970.
21. YÁÑEZ, E., PAK, N. y DONOSO, G. Tortas de prensado de oleaginosas: composición química, calidad biológica de la proteína y su complementación en mezclas que contienen harina de pescado de consumo humano. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 4: 136. 1965.
22. ———— *et al.* Estudio biológico de nuevas fuentes de proteínas para consumo humano. *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 85. 1967.