

Harina de Girasol

I. Evaluación de la calidad biológica de sus proteínas. Influencia del proceso tecnológico.

RICARDO N. BASUALDO, PEDRO A. CARRERA Y JUAN C. SANAHUJA
Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental.
Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

RESUMEN

Se describen los resultados obtenidos sobre tres muestras de harina de girasol provenientes del proceso industrial de obtención del aceite correspondiente. Se comparan los resultados con los hallados sobre las mismas muestras previamente al tratamiento.

Los parámetros estudiados fueron: Composición en aminoácidos esenciales, Lisina disponible, Utilización Proteica Neta y Digestibilidad.

Los resultados obtenidos han puesto en evidencia que el proceso al cual han sido sometidas estas muestras no afectó las características nutricionales de las mismas.

En cambio, la disminución porcentual en el contenido de lisina disponible parece guardar una correlación directa con el tiempo de almacenamiento de las muestras.

INTRODUCCION

Las semillas oleaginosas representan el mayor potencial actual para aumentar la disponibilidad de proteínas alimenticias para consumo humano.

Si todas las proteínas de las semillas oleaginosas actualmente cultivadas en el mundo fuesen aprovechables para este fin, ello significaría la incorporación de 20-25 millones de toneladas de proteínas adicionales, cantidad similar a la presente producción mundial de proteínas animales (1).

En nuestro país el girasol representa la oleaginosa más importante como fuente potencial de proteínas.

La cosecha 1969-1970 produjo 1.140.000 toneladas de semilla de girasol que industrializada y luego extraído el aceite dejará alrededor de 400.000 toneladas de harina, con un contenido proteínico de alrededor del 38%, es decir, aproximadamente 150.000 toneladas de proteínas. La magnitud de esta cifra puede apreciarse claramente considerando que, de acuerdo a las recomendaciones de la FAO, son necesarios 70 gramos de proteína por día para un adulto tipo de sexo masculino, es decir, alrededor de 25 kg anuales; lo cual indica que aquella producción alcanzaría para el requerimiento anual de aproximadamente 6.000.000 de personas, más de la cuarta parte de la población de nuestro país.

Durante el Primer Simposio de Proteínas Alimenticias realizado en Buenos Aires se enfatizó este hecho recomendándose en sus conclusiones: "...que sean apoyados en máxima medida los estudios básicos y tecnológicos tendientes a la obtención de proteínas procedentes de los subproductos de semillas de oleaginosas con el fin de destinar dichas proteínas a la alimentación humana" (2).

Los estudios realizados en relación con el valor biológico de las proteínas del girasol, publicados en la literatura mundial, no son muy numerosos. Mitchell y col., en 1945 (3), utilizando el método de balance nitrogenado, determinaron un valor biológico de 64.5 para una muestra procesada a temperaturas no muy elevadas. Bricker y Smith (4), en experiencias con seres humanos, hallaron un valor ligeramente inferior trabajando con una harina de extracción similar a la usada por Mitchell.

Rombauts (5, 6) encuentra para estas harinas un coeficiente de digestibilidad de 88% con un valor biológico muy similar al hallado por Mitchell, es decir, 64.

Las tablas de la FAO referentes a "Contenido de amino ácidos esenciales y ensayos biológicos sobre proteínas" que han sido recientemente editadas (7) presentan una recopilación de los valores obtenidos por distintos investigadores; éstos se hallan comprendidos entre 64.5 y 75.0 con un promedio de 69.6.

Muy importante es asimismo destacar aquí los trabajos realizados por investigadores chilenos (8, 9), quienes han reali-

zado un exhaustivo estudio de esta potencial fuente de proteínas mediante experiencias llevadas a cabo tanto en animales de laboratorio como en seres humanos. El valor promedio de la UPN obtenido por estos autores es de 51.3 y 51.0, respectivamente.

En nuestro país, hasta la fecha, los estudios experimentales referentes al valor biológico de esta proteína han sido realizados en este Departamento de Bromatología y Nutrición Experimental.

En el Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias presentamos los resultados del valor biológico obtenidos en distintas muestras de harinas de girasol (10). Posteriormente, Sameh, Quiros y Basualdo (11) publicaron sus trabajos sobre el valor biológico de harinas obtenidas por distintos procedimientos industriales. En cambio, no se han publicado hasta el presente valores de la composición en aminoácidos de la proteína de girasol cosechado en nuestro país.

En este trabajo hemos estudiado las características nutricionales de las proteínas de harinas de girasol de diversos orígenes. Dichas características fueron las siguientes: 1) Composición en aminoácidos esenciales; 2) Lisina disponible; 3) Utilización Proteica Neta.

Por otra parte, considerando tanto la composición de las materias primas, fundamentalmente en lo que se refiere a su contenido en hidratos de carbono, como así también que las mismas provienen de un proceso tecnológico combinado, el cual frecuentemente se relaciona con un trabajo a temperaturas variables que en algunos casos suelen ser bastante elevadas, hemos realizado estos estudios con distintas muestras antes y después de haber sido sometidas a diferentes procesos industriales. Esto nos ha permitido determinar la posible influencia que estos tratamientos ejercen sobre la calidad nutricional de sus proteínas.

En todos los casos las determinaciones de aminoácidos esenciales se llevaron a cabo mediante técnicas microbiológicas. Estos métodos han demostrado ser particularmente útiles para la determinación de aminoácidos y vitaminas en productos naturales debido a su gran sensibilidad y alta especificidad.

Sin embargo, la naturaleza heterogénea del material con que se trabajó obligó a estudiar e introducir diferentes modificaciones en las técnicas descritas en la literatura, de forma

tal que permitieron adaptarlas al tipo de muestras analizadas y evaluar en ellas los nutrientes mencionados con la mayor exactitud.

Además, considerando que estas harinas constituyen una rica fuente de vitaminas hidrosolubles (6, 7), paralelamente a este estudio hemos ido determinando el contenido en las mismas de las distintas muestras y los resultados correspondientes serán objeto de una posterior comunicación.

PARTE EXPERIMENTAL

Material: Se trabajó con tres tipos de muestras (A_1 , B_1 , C_1). Las semillas se descascararon en una despepitadora de laboratorio, separándose manualmente las pepitas de la cáscara y luego se molieron. Se hizo una extracción parcial del aceite resuspendiéndose dos veces en éter de petróleo, y luego se secaron a 55-60°C para eliminar el solvente. Las harinas de extracción correspondientes a cada una de ellas (A_2 , B_2 y C_2 , respectivamente) fueron procesadas por diferentes establecimientos industriales, de acuerdo a las siguientes técnicas:

Muestra A_2 : Se limpiaron las semillas y luego se secaron medio minuto a 80-90°C, se descascararon y se las laminó en molinos a rodillos a temperatura ambiente. Se calentaron luego a 105-108°C durante 25 minutos, se pasaron luego a las prensas tornillo a la misma temperatura, de donde salió el expeller de primera presión a 100°C. Este fue enfriado a 40°C y se extrajo con solvente (hexano técnico 63-65°C) durante aproximadamente 4 horas en un extractor continuo a una temperatura de 50°C. Finalmente se secó durante 20 minutos a 100-105°C.

Muestra B_2 : De esta muestra los fabricantes sólo suministraron los siguientes datos: la harina sale del expeller a 70°C, realizándose la extracción por solvente durante 1 hora 30 minutos, saliendo la harina a una temperatura de 40°C.

Muestra C_2 : Después de descascarillada la semilla a temperatura ambiente se efectúa un cocinado durante 2 minutos a 80-100°C, luego en la prensa tornillo la muestra permanece durante 2 minutos a 80-100°C. Al salir el expeller está a 60-70°C, pasando así a la extracción por solvente, que dura 1 hora a 50°C, secándose por último 1 hora 30 minutos a 80°C.

Estas harinas de extracción fueron tamizadas a fin de eli-

minar la mayor parte de la fibra y aumentar consecuentemente el tenor de proteínas. Los detalles de la técnica se describen en un trabajo anterior (11).

El tiempo de estacionamiento de las muestras previo al análisis fue de 4 meses para las muestras A_1 y A_2 , mientras que las muestras C_1 y C_2 fueron ensayadas inmediatamente después de su obtención.

METODOS EMPLEADOS

Aminoácidos esenciales: El método utilizado es una modificación del descrito por Cotelly y Basualdo (12) para la evaluación de aminoácidos en proteínas alimenticias.

Técnica: Las muestras se sometieron a un tratamiento de hidrólisis en medio ácido. Se trabajó con una relación de un gramo de proteína para 10 ml de ClH 3N autoclavándose a una atmósfera durante 6 horas. El hidrolizado se llevó a pH 4, se filtró por lana de vidrio, conservándose congelado hasta el momento de la determinación.

La determinación de metionina debió efectuarse inmediatamente a fin de evitar pérdidas de este aminoácido.

Para determinar el triptófano se realizó una hidrólisis alcalina trabajando con una relación de un gramo de proteína por cada 20 ml de NaOH 5N, autoclavándose durante 5 horas a una atmósfera con el agregado de 20 mg de clorhidrato de cistina. Debido a la racemización que experimentan los aminoácidos en medio alcalino, los resultados obtenidos en estas condiciones correspondieron a la mitad del valor real, lo cual se tiene en cuenta para el cálculo correspondiente.

Para cistina se utilizó una técnica de hidrólisis especial consistente en tratar 0.5 g de proteína con 20 ml de ClH 3N durante cuatro horas a una atmósfera.

Las muestras así preparadas se diluyeron convenientemente hasta una concentración similar a la del estándar correspondiente, llevando a pH 6.8 - 7.0 con KOH 2N.

En el caso en que el ClK formado supere una concentración de 0.7N, en virtud del efecto inhibitorio del desarrollo microbiano que se observa en estas condiciones, previamente debe eliminarse el ClH por evaporación al vacío. El hidrolizado en el que se determinó triptofano se neutralizó con ClH 2N.

Para realizar la determinación se tomaron seis niveles de solución estándar y muestra comprendidos entre 0.1 y 1.0 ml. Cada punto se completó a 1.0 ml con H₂O destilada, agregándose a cada tubo 1.0 ml de medio de cultivo preparado a doble concentración, empleando los medios DIFCO específicos para cada aminoácido.

El conjunto se esterilizó autoclavándose durante 7 minutos a una atmósfera ó 10 a 3/4 de atmósfera. Para cistina el medio se debió autoclavar separadamente, agregándolo luego en forma aséptica. En este caso la esterilización se realizó durante 4 minutos a 1 atmósfera.

Los tubos, luego de enfriados, se sembraron con una gota de inóculo diluido tl 1% en solución fisiológicas estéril, utilizando para ello una pipeta o sembrador automático.

Microorganismo de ensayo: Para la determinación de cistina, fenilalanina, isoleucina, leucina, lisina y metionina se utilizó el *Leuconostoc mesenteroides* P-60 ATCC 8042. En la determinación de treonina y valina se utilizó el *Streptococcus faecalis* ATCC 8043, y para triptofano el *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014.

Cada una de estas cepas se repicaron mensualmente en agar glucosado, y 24 horas antes de la determinación se cultivaron en Bacto-Micro Inoculum Broth.

Los tubos se incubaron de 18 a 24 horas a una temperatura de 35-37°C y se leyó la turbidez a 630 milimicrones en espectrofotómetro Bausch y Lomb.

Cálculos: Se utilizó el método de Wood modificado (12) que permite evaluar con sencillez y practicidad la concentración de aminoácidos presentes en la muestra en estudio. Los resultados se expresan en gramos de aminoácidos por 16 gramos de nitrógeno.

Lisina disponible: Se determinó por el método de Carpenter (13) modificado por Rao (14).

Utilización Proteica Neta: Se determinó por el método de Miller y Bender (15). Para el cálculo del Nitrógeno corporal se utilizó la ecuación $y = 2.76 + 0.0293 \cdot X$, que expresa la relación N/H₂O en función de la edad de los animales. Esta ecuación se obtuvo experimentalmente en nuestro laboratorio con ratas de la cepa Wistar (16).

Los pesos iniciales de los animales estaban comprendidos

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS

	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂
	%	%	%	%	%	%
Harina de girasol	33.60	20.80	31.00	21.20	28.30	20.30
Minerales ¹	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Vitaminas hidrosolubles ¹	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Vitaminas liposolubles	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Cloruro de colina	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Aceite de girasol	----	11.72	----	8.65	----	10.08
Dextrina	60.50	61.58	63.10	64.25	65.80	63.72
Contenido en proteínas	10.56	10.94	12.37	10.25	11.70	10.06
Contenido en grasas	12.43	12.43	9.30	9.30	11.03	11.03
Contenido en fibra ²	2.65	1.52	1.18	1.38	0.82	1.42

¹ Harper, A. E. (28).

² A la muestra A₁ se le adicionó fibra hasta igualar el contenido de la muestra A₂. En el caso de la muestra B₁ el agregado se realizó de manera tal de que la dieta preparada con esta muestra tuviese un contenido similar al de la dieta preparada con la muestra B₂. La muestra C₁ sólo contenía la fibra proveniente de la pepita, valor éste que a su vez es menor que el que presenta la harina C₂. De esta forma se pudo llevar a cabo un estudio comparativo de la influencia del distinto contenido en fibra sobre la digestibilidad.

entre 55 y 65 g, comenzando la experiencia a los 30 días de nacidas. En la Tabla 1 se presenta la composición de las dietas.

Como puede observarse en esta Tabla, en cada una de las dietas correspondientes a las harinas tratadas se debió adicionar una cantidad de aceite de girasol tal que fuese suficiente para igualar el contenido en lípidos de las dietas de las muestras no tratadas.

El Nitrógeno de las dietas se determinó por el método de Kjeldahl, según la técnica descrita en el A.O.A.C. (17), utilizándose como factor de conversión 6.25.

Digestibilidad: La digestibilidad verdadera se determinó de acuerdo a la siguiente fórmula (18):

$$D = \frac{I - (F - Fk)}{I} \times 100$$

donde: I = Nitrógeno ingerido.

F = Nitrógeno fecal.

Fk = Nitrógeno fecal del lote libre de proteínas.

La Utilización Proteica Neta estándar se calculó a partir de la ecuación de Miller y Payne (19).

Algunas de las determinaciones se realizaron por duplicado, pero en otros casos se hizo un estudio mayor, lo que permitió hallar valores estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se presentan los resultados correspondientes a la composición centesimal de las harinas analizadas (11).

En las muestras no tratadas el tenor de proteínas oscila entre 28.60 para la muestra A₁ y 36.50 para la B₁. Respecto a la fibra este porcentaje se encuentra comprendido entre 2.90 en la muestra C₁, que corresponde a la fibra propia de la pepita, ya que la semilla fue completamente descascarillada, y 7.90 en la A₁.

La cantidad de lípidos presente es variable según las muestras, debido probablemente a que se han utilizado variedades de girasol con distinto rendimiento en sustancias grasas.

En las muestras tratadas puede apreciarse el contenido elevado en proteínas, alrededor de 50%. Las harinas comerciales

TABLA 2
COMPOSICION CENTESIMAL DE LAS HARINAS DE GIRASOL
ANALIZADAS

<u>Muestras</u>	<u>Humedad</u>	<u>Lípidos</u>	<u>Proteínas</u> <u>N x 6,25</u>	<u>Fibra</u> <u>cruda</u>
	%	%	%	%
A ₁ : Harina de girasol A no tratada ¹	6.80	35.50	28.60	7.90
A ₂ : Harina de girasol A tratada ²	11.10	1.00	48.90	7.30
B ₁ : Harina de girasol B no tratada ¹	8.70	30.00	36.50	3.80
B ₂ : Harina de girasol B tratada ²	12.00	0.70	48.10	6.50
C ₁ : Harina de girasol C no tratada ¹	6.20	37.20	34.70	2.90
C ₂ : Harina de girasol C tratada ²	6.80	2.20	50.60	7.70

¹ Muestras de harina de girasol preparadas según se describe en el texto.

² Muestras de harina de girasol industriales, elaboradas según se describe en el texto.

tienen aproximadamente 38% de proteínas, la cual puede ser incrementada mediante la eliminación de la fibra tal como se ha procedido en nuestro caso.

El porcentaje de lípidos revela que la extracción del aceite se ha hecho en forma exhaustiva en las muestras A₂ y B₂; la muestra C₂, en cambio, tiene un porcentaje ligeramente mayor al que normalmente poseen estas tortas.

El contenido en fibra en las harinas tratadas, alrededor de 7%, es menor que el que poseen las harinas de extracción comerciales. En los ensayos biológicos que hemos realizado y que luego se detallan puede verse claramente la relación existente entre contenido en fibra y digestibilidad de la proteína.

En la Tabla 3 se describe la composición en aminoácidos esenciales de las muestras estudiadas.

Sobre este aspecto existe una amplia bibliografía (5, 7, 8, 20, 21, 22, 23, 24, 25), en la que se presentan los resultados obtenidos por diferentes investigadores trabajando con distintas técnicas analíticas: químicas, cromatográficas y microbiológicas.

Los valores presentados en este estudio en general coin-

TABLA 3

COMPOSICION EN AMINOACIDOS ESENCIALES DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

Muestras	Fenil- alanina	Iso- leucina	Leucina	Lisina	Treonina	Triptófano	Valina	Aminoácidos Azufrados		
								Metionina	Cistina	Totales
A ₁ : Harina de girasol A no tratada ²	3.28	4.50	6.45	3.64	3.50	1.34	4.60	2.10	2.18	4.28
A ₂ : Harina de girasol A tratada ³	2.90	3.76	6.25	3.40	3.74	1.32	4.25	2.20	2.15	4.35
B ₁ : Harina de girasol B no tratada ²	3.21	4.58	5.95	3.88	4.00	1.18	4.90	2.00	2.22	4.22
B ₂ : Harina de girasol B tratada ³	3.34	4.05	6.05	3.24	3.80	1.20	4.65	1.70	2.19	3.89
C ₁ : Harina de girasol C no tratada ²	3.58	3.68	6.06	3.38	3.42	1.24	3.32	1.79	2.10	3.89
C ₂ : Harina de girasol C tratada ³	3.50	3.78	6.00	3.10	3.40	1.22	3.55	1.77	1.93	3.70

¹ Expresados en g por 16 g de Nitrógeno.

² Muestras de harina de girasol preparadas según se describe en el texto.

³ Muestras de harina de girasol industriales, elaboradas según se describe en el texto.

ciden con los de los trabajos ya publicados. No obstante, pueden señalarse algunas diferencias, fundamentalmente en el contenido de valina y fenilalanina.

Así, mientras los valores presentados por la mayoría de los autores para valina son del orden de alrededor de 5.5 g%, nosotros hemos hallado para este aminoácido cantidades comprendidas entre 3.32 y 4.90 g%. Para el caso de fenilalanina, en forma similar a la ya descrita, nuestros valores son significativamente menores, pues se hallan dentro de un rango que va desde 2.90 g% a 3.50 g%, contra alrededor de 5.0 g%, cifra media de los trabajos publicados sobre el tema.

Con respecto a la determinación de metionina, nuestros valores coinciden con los de la casi totalidad de los autores, a excepción de los obtenidos por Rombauts (5) y de los mencionados por Clandinin (20), valores que, a nuestro juicio, serían algo elevados.

En general, existe una coincidencia de criterios bien formada acerca de que la lisina constituye el primer aminoácido limitante de la proteína del girasol, lo que, de acuerdo a nuestra experiencia, quedaría confirmado, teniendo en cuenta los valores obtenidos en nuestras determinaciones.

Es de destacar, sin embargo, que Ballester y col. (8) en principio consideraron al triptofano como el aminoácido que se halla en mayor déficit. Los mismos autores, tratando de confirmar esto con estudios de suplementación, observaron que la lisina y no el triptofano producía un incremento en la utilización de esta proteína en ratas.

Nuestros resultados muestran que entre las harinas no tratadas no existen diferencias apreciables en el contenido de aminoácidos esenciales. Merece señalarse que solamente la muestra C presenta un contenido de isoleucina, metionina y valina significativamente inferior al resto.

En cambio, el contenido en lisina es muy semejante en todas ellas. En las muestras tratadas se puede observar que en ningún caso existen diferencias sustanciales con respecto a las muestras sin tratar. Sólo en dos casos, para isoleucina en la muestra A y para metionina en la B, los resultados obtenidos fueron significativamente menores en las muestras sometidas al tratamiento tecnológico.

Alexander y Hill (26), que realizaron un estudio de la estabilidad de la lisina y metionina en este tipo de muestras

sometidas a distintos tratamientos térmicos, no encontraron una disminución importante de metionina aun por autoclavado a una atmósfera durante 10 horas, pero sí en el caso de la lisina, que puede disminuir hasta un 37% de su valor inicial bajo las mismas condiciones.

En nuestro caso, los resultados obtenidos indican que el proceso tecnológico al cual fueron sometidas estas muestras no produjo variaciones significativas en su composición cuantitativa de aminoácidos.

Por otra parte, teniendo en cuenta la elevada concentración de azúcares (27) que contiene este tipo de muestras, las cuales a temperaturas elevadas podrían reaccionar fácilmente con los grupos epsilon amino libres de la lisina formando complejos indigeribles, se determinó la disponibilidad de este aminoácido en todas las muestras bajo estudio. Los valores obtenidos en esta circunstancia permiten decidir acerca de la magnitud con que la influencia del proceso tecnológico se ejerce sobre el valor nutricional de esta proteína.

TABLA 4
CONTENIDO DE LISINA DISPONIBLE EN LAS HARINAS
ANALIZADAS

<u>Muestras</u>	<u>Lisina disponible</u>	
	g por 16 g N	% de lisina total
A ₁ : Harina de girasol A no tratada ¹	3.04 ± 0.16 ³	85.6
A ₂ : Harina de girasol A tratada ²	3.13 ± 0.13 ⁴	
B ₁ : Harina de girasol B no tratada ¹	3.31 ± 0.10	89.2
B ₂ : Harina de girasol B tratada ²	2.99 ± 0.10 ⁴	
C ₁ : Harina de girasol C no tratada ¹	3.02 ± 0.06	91.2
C ₂ : Harina de girasol C tratada ²	2.72 ± 0.23 ⁴	

¹ Muestras de harina de girasol preparadas según se describe en el texto.

² Muestras de harina de girasol industriales, elaboradas según se describe en el texto.

³ Media ± DE. de la media.

⁴ Diferencia no significativa ($p > 0.05$) con la correspondiente muestra no tratada.

En la Tabla 4 se presentan los valores de lisina disponible obtenidos para cada una de las harinas estudiadas y su porcentaje respecto al contenido total. Si bien, como allí puede observarse, las harinas tratadas presentan valores de lisina disponible algo diferentes que los que presentan las harinas no tratadas, en ninguno de los tres casos las diferencias son significativas. Ello estaría indicando que el tratamiento no afectó el grado de disponibilidad de la lisina presente en las muestras no tratadas.

Si se considera, en cambio, el contenido de lisina disponible como por ciento del contenido de lisina total y se comparan los resultados obtenidos en las tres muestras no tratadas, se observa un mayor porcentaje de disponibilidad en la harina C que en la B y en ésta, a su vez, que en la A. Esta tendencia guarda una correlación inversa con el tiempo de estacionamiento de las muestras no tratadas previamente al análisis, que fue de 4 meses para la muestra A₁ y de 2 meses para la muestra B₁, mientras que la muestra C₁ fue ensayada inmediatamente después de su obtención.

Esta circunstancia podría indicar que este período puede resultar de importancia en relación con el mayor aprovechamiento biológico de la lisina.

Los resultados obtenidos en las determinaciones de la Utilización Proteica Neta (UPN) de las distintas muestras se resumen en la Tabla 5. En la bibliografía sólo hemos hallado referencias de este tipo de ensayo en los trabajos de Ballester y col. (8), de Yáñez y col. (9) y en las tablas de la FAO (7). Es interesante destacar que los resultados mencionados por estos autores guardan una estrecha similitud con los obtenidos en el presente estudio y que precisamente es entre estos trabajos y el nuestro donde se observa una mayor coincidencia en los resultados de aminoácidos esenciales. Nuestros valores para las muestras no tratadas oscilan entre 51.0 para la muestra C₁ y 58.0 para la A₁.

En las harinas tratadas no se observa una diferencia significativa al comparárselas con aquéllas, lo cual estaría demostrando que el proceso tecnológico al que fueron sometidas no altera la calidad de sus proteínas.

Si bien en la literatura no hemos hallado estudios que, como el presente, realizasen una evaluación comparativa entre una muestra dada y la misma luego de sufrir el proceso tecno-

TABLA 5

EVALUACION DE LA CALIDAD PROTEICA DE LAS HARINAS ANALIZADAS

<u>Muestras</u>	UPN _{op} ¹	UPN _{st} ²	<u>Digesti-</u> <u>bilidad</u>	VB _{op} ³
A ₁ : Harina de girasol A no tratada ⁴	58.0	63.5	80.5	72.0
A ₂ : Harina de girasol A tratada ⁵	57.0	62.5	82.1	69.0
B ₁ : Harina de girasol B no tratada ⁴	55.5	59.5	87.0	64.0
B ₂ : Harina de girasol B tratada ⁵	55.3	59.5	85.0	65.0
C ₁ : Harina de girasol C no tratada ⁴	51.0	56.0	91.0	56.0
C ₂ : Harina de girasol C tratada ⁵	47.8	51.0	88.0	54.0

¹ Utilización proteica neta operativa.

² Utilización proteica neta estándar.

³ Valor biológico operativo.

⁴ Muestras de harina de girasol preparadas según se describe en el texto.

⁵ Muestras de harina de girasol industriales, elaboradas según se describe en el texto.

lógico, es coincidencia general de los distintos investigadores el que este material conserva sus características nutricionales siempre que las condiciones a las cuales es sometido en el proceso de extracción de aceite no sean demasiado drásticas.

Este aspecto ha sido muy especialmente enfatizado por Chichester, quien recientemente en el Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias (24) ha señalado que a fin de mantener la calidad nutricional de esa fuente no tradicional de proteínas es necesario durante el procesamiento no sobrepasar los 100°C-105°C.

Con referencia a los ensayos de digestibilidad (Tabla 5) se observa en todos los casos una muy estrecha correlación entre el contenido en fibra de las diferentes dietas y el porcentaje de aprovechamiento de las mismas. Así, por ejemplo, puede mencionarse el caso de la dieta preparada con la muestra C₁ (no tratada), la cual posee un tenor de fibra de 0.8% con un porcentaje de digestibilidad del 91%, mientras que la dieta preparada con la muestra A₁ (no tratada), con un con-

tenido de fibra del 2.6%, presenta una digestibilidad considerablemente menor (80.5%).

Si bien puede admitirse que el contenido de fibra por sí solo podría aumentar la excreción de nitrógeno endógeno, en cuyo caso estas diferencias de digestibilidad serían menores, entendemos que esta disparidad en los valores debe ser tomada en cuenta.

Esta circunstancia debe ser, por lo tanto, considerada cuando estos concentrados proteínicos se incorporan en mezclas destinadas, en especial, a la alimentación infantil.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para determinar las características nutricionales de las harinas resultantes de los procesos industriales de obtención de aceite de girasol (*Helianthus annuus*) nos permiten concluir que:

a) Todas estas muestras se caracterizan por un alto contenido en proteínas, observándose del análisis de las mismas que ellas representan, a excepción de lisina, una buena fuente de aminoácidos esenciales, muy en particular de azufrados.

b) Los estudios realizados sobre la UPN nos demuestran que se trata de una proteína de buena calidad nutricional, muy superior a la de la mayoría de los cereales, similar a la de la soja y sólo superada por las proteínas de origen animal.

c) El proceso tecnológico al cual fueron sometidas estas muestras no afectó los parámetros estudiados.

d) La gran disponibilidad de esta oleaginosa que existe en nuestro país, como así también su bajo costo, que haría posible su consumo por las clases más necesitadas, permitiría, al menos en parte, solucionar los graves problemas originados por la falta de proteínas que afectan en el presente a la humanidad.

SUMMARY

**Sunflower meal. I. Evaluation of biological quality of its protein.
Influence of industrial processing.**

The nutritive quality of three samples of sunflower meal obtained both by industrial processes or in laboratory under controlled conditions was studied.

The NPU, essential amino acids, available lysine and digestibility were determined in all samples.

The results obtained showed that the technical processes used for extraction of the oil, did not modify the nutritive quality of the samples studied.

On the other hand, a correlation was observed between the decrease in the percentage of available lysine and the storage period.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Evaluation of nivel protein products. Pergamon Press - Oxford, Ed. A. Bender, 1968, p. 43.
- (2) Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias, Buenos Aires, mayo 1970.
- (3) Mitchell, H. H., T. S. Hamilton & J. R. Beadles.—The importance of commercial processing for the protein value of food products. 1. Soybean, coconut and sunflower seed. *J. Nutrition*, 29: 13-20, 1945.
- (4) Bricker, M. L. & J. M. Smith.—A study of the endogenous nitrogen output of college women, with particular reference to use of the creatinine output in the calculation of the biological values of the protein of egg and sunflower seed flour. *J. Nutrition*, 44: 553-573, 1951.
- (5) Rombauts, P.—Le torteau de tournesol. I. *Oleagineux*, 6: 203-210, 1951.
- (6) Rombauts, P.—Le torteau de tournesol. II. *Oleagineux*, 6: 275-282, 1951.
- (7) Amino acids content of foods and biological date on proteins. FAO. Roma, 1968.
- (8) Ballester, D., N. Pak, E. Yáñez, A. Reid, E. Trabucco, I. Pennachioti, L. Masson, M. A. Mella, J. Vinagre, D. Cerda, H. Schmidt-Hebbel & G. Donoso.—Torta de maravilla (*Helianthus annuus*). Composición química, calidad biológica de la proteína y ensayo de toxicidad en ratas. *Nut. Bromatol. Toxicol.*, 6: 63-69, 1967.
- (9) Yáñez, E., D. Ballester, A. Maccioni, R. Spada, I. Barja, N. Pak, C. O. Chichester, G. Donoso & F. Mönckeberg.—Fish-protein concentrate and sunflower presscake meal as protein sources for human consumption. *Am. J. Clin. Nutrition*, 22: 878-886, 1969.
- (10) Basualdo, R. N., N. Lede & J. C. Sanahuja.—Estudio del valor biológico y la composición en aminoácidos esenciales de las proteínas de alimentos argentinos. Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias, Buenos Aires, Mayo, 1970.
- (11) Sameh, I., J. M. Quiros & R. N. Basualdo.—Utilización de la harina de extracción de girasol como fuente de proteínas. *Rev. Arg. Grasas y Aceites*, 12: 8-11, 1970.
- (12) Cotelly, N. & R. N. Basualdo.—Aplicación del análisis microbiológico a la determinación de aminoácidos en las proteínas alimenticias. *Rev. Asoc. Arg. Microb.*, 1: 243-245, 1969.
- (13) Carpenter, K. J.—The estimation of the available lysine in animal-protein foods. *Biochem. J.*, 77: 604-610, 1960.
- (14) Raghavendar Rao, S., F. L. Carter & V. L. Frampton.—Determina-

- tion of available lysine in oilseed meal proteins. *Anal. Chem.*, **35**: 1927-1930, 1963.
- (15) Miller, D. S. & A. E. Bender.—The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. *Brit. J. Nutr.*, **9**: 382-388, 1955.
 - (16) Sambucetti, M. E. & J. C. Sanahuja.—El valor nutritivo de las harinas de pescado y su relación con el contenido en lisina y metionina disponibles. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **20**: 119-133, 1970.
 - (17) Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Ninth Edition, 1960.
 - (18) Evaluation of Protein Quality. Publication 1100. National Academy of Sciences. National Research Council, pág. 63, Washington, 1963.
 - (19) Miller, D. S. & P. R. Payne.—Problems in the prediction of protein values of diets. The influence of protein concentration. *Brit. J. Nutr.*, **15**: 11-19, 1961.
 - (20) Clandinin, D. R.—Processed Plant Protein Foodstuffs, ed. Aaron M. Altschul. Acad. Press. Inc., N. Y., cap. 19, pág. 557, 1958.
 - (21) Pion, R. & G. Fauconneau.—Amino acides, peptides, protéines. Cahier N° 6. Société de chimie organique et biologique. Paris, 1966.
 - (22) Brad, S.—Utilisation des protéines du tournesol dans l'alimentation. *Industr. alim. agr.*, **86**: 27-32, 1969.
 - (23) Gheyasuddin, S., C. M. Cater & K. F. Mattil.—Preparation of a colorless sunflower protein isolate. *Fd. Tech.*, **24**: 242-243, 1970.
 - (24) Chichester, C. O.—Sunflower proteins. Primer Simposio sobre Proteínas Alimenticias. Buenos Aires, Mayo, 1970.
 - (25) Tkachuk, R. & G. N. Irvine. — Amino acids composition of cereals and oil seed meals. *Cereal Chem.*, **46**: 206-218, 1969.
 - (26) Alexander, J. C. & D. C. Hill.—The effect of heat on the lysine and methionine in sunflower seed oil meal. *J. Nutrition*, **48**: 149-159, 1952.
 - (27) Mikolajczak, K. L., C. R. Smith Jr. & I. A. Wolff.—Phenolic and sugar components of armavirec variety sunflower (*Helianthus annuus*) seed meal. *J. Agr. Food Chem.*, **18**: 27-32, 1970.
 - (28) Harper, A. E.—Amino acid balance and imbalance. 1. Dietary level of protein and amino acid imbalance. *J. Nutrition*, **68**: 405-411, 1959.