

COMPOSICION QUIMICA Y CALIDAD BIOLOGICA DE HARINA DESGRASADA DE AVELLANA

*Mario Villarroel T.¹, Edith Biolley H.², Ricardo Schneeberger K.¹,
Digna Ballester C.³ y Sergio Santibáñez R.¹*

Universidad de la Frontera e
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA),
Universidad de Chile
Santiago, Chile

RESUMEN

Se proporcionan los resultados de la composición química y calidad biológica de la harina desgrasada de avellana. Las muestras analizadas contenían cantidades significativas de proteínas (19^o/o), comparables a las de harina de leguminosas, mayores que las de cereales y menores que las de tortas de oleaginosas.

El aceite extraído de la semilla se analizó, obteniéndose los resultados promedio siguientes. Índice de refracción, 1.47; saponificación No. 184.8; yodo, No. 85.0.

La composición promedio de los ácidos grasos obtenidos por cromatografía de gas líquido fue:

— Acido palmítico	2.3 ^o /o
— Acido palmitoleico	37.0 ^o /o
— Acido estéarico	0.5 ^o /o
— Acido oleico	39.5 ^o /o
— Acido linoleico	6.9 ^o /o
— Acido linolénico	1.1 ^o /o
— Acido eicosanoico	2.3 ^o /o
— Acido eicosaenoico	4.6 ^o /o
— Acido docosaenoico	3.4 ^o /o
— Acido tetraicosanoico	0.3 ^o /o

Manuscrito modificado recibido: 12-4-88.

- 1 Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco, Chile.
- 2 Departamento de Nutrición, Universidad de La Frontera.
- 3 Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Casilla 15138, Santiago, Chile.

Estos resultados indican un aceite de buena calidad debido a su bajo contenido de ácido linoléico.

El valor nutritivo de la torta desgrasada, medido en ratas, dio una razón proteínica neta (RPN) de 3.58, inferior al valor correspondiente a la caseína (4.10). La digestibilidad proteínica verdadera medida en ratas, dio un valor de 730/o, en comparación con 950/o para caseína.

Las cantidades de hierro y fósforo son, comparativamente, más bajas que las informadas para harina de raps y de maravilla.

INTRODUCCION

Para poder resolver el problema del déficit global de proteínas (1-6) se ha intentado en forma complementaria la utilización de ciertos productos secundarios de procesos de elaboración industrial. Entre éstos, en Chile se han considerado la soya, el girasol, el raps y el lupino, los cuales a excepción de este último, se utilizan fundamentalmente como fuente de aceites comestibles (4, 7). Teniendo en cuenta la necesidad de orientar la producción de alimentos hacia la búsqueda de productos ricos en proteínas y ácidos grasos insaturados tanto a nivel nacional como en otros países, se ha estimado oportuno estudiar el avellano chileno (*Gevuina avellana*), recurso en la actualidad subexplotado, y que crece en forma silvestre en una extensa área geográfica (2, 8). Esta especie es monotípica de Chile y según su clasificación botánica, pertenece a la familia de las *Proteaceas*. Su fruto es muy apetecido y representa un importante consumo en la zona Sur en general.

Desde el punto de vista de su composición química, destaca el apreciable contenido de aceite del fruto, el que representa aproximadamente 500/o de su peso total, libre de cáscara (8). Datos obtenidos en la Estación Experimental de Investigaciones Agropecuarias CARILLANCA (IX Región, Chile), permiten estimar que en esta región existen más o menos 13,500 ha de bosques nativos, en donde el avellano está presente en un 800/o de esta superficie estimada. Esto representa una producción aproximada de 7,000 ton de frutos de avellanas. Suponiendo que sólo el 300/o estuviera disponible para su procesamiento en forma de aceite, se obtendría una cifra estimada de 1,200 ton de aceite, quedando además un residuo o torta, que podría destinarse a la alimentación animal y humana.

Considerando estos antecedentes, hemos estimado oportuno estudiar, por un lado, la composición química y la calidad biológica de la harina desgrasada de avellanas (H.D.A.) que queda, después de la extracción del aceite, con miras a impulsar su utilización como alimento humano, y por el otro, la calidad del aceite extraído al fruto del avellano.

MATERIAL Y METODOS

Harina Desgrasada de Avellanas (H.D.A.)

Para este experimento se utilizaron semillas de avellanas maduras y seleccionadas, recogidas en la zona de Victoria (IX Región, Chile).

Las semillas desprovistas de corteza se secaron en estufa a 60°C durante ocho horas, y luego se molieron en un molino eléctrico, hasta obtener un polvo que se pasó por tamiz de 1 mm mesh de abertura. Luego se procedió a extraer el contenido de aceite usando Nafta 3 X Shell como solvente, mediante un proceso discontinuo tipo Soxhlet. La harina resultante se desolventizó a 60°C y se almacenó en bolsas de plástico a 5°C hasta su análisis posterior. La presencia del producto molido era la de un polvo de color amarillo pálido uniforme, de olor y sabor agradables. La Figura 1 esquematiza el procedimiento seguido para la obtención de la H.D.A.

Análisis Químicos

Se realizaron los siguientes análisis: humedad, cenizas totales, extracto etéreo y fibra cruda de acuerdo a los procedimientos descritos en la AOAC (9).

El nitrógeno total se determinó por el método de Kjeldahl, destilando y recogiendo el amoniaco en ácido bórico al 40/o más mezcla de indicadores (10). El factor utilizado para convertir el dato de nitrógeno en proteínas, fue 6.25.

La determinación de los elementos minerales (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y P) se llevó a cabo previa calcinación de la muestra a 450°C y disolución posterior de las cenizas en HCL al 200/o. Todos los minerales, excepto el fósforo, fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica, usando un espectrofotómetro G.B.C., Modelo 903. El contenido de fósforo se determinó espectrofotométricamente (11).

Contenido Energético

El valor calórico se calculó aplicando los coeficientes de Atwater, 4-9-4, para proteínas, lípidos e hidratos de carbono, respectivamente.

Caracterización del Aceite de Avellanas

Índice de refracción — Este se estableció empleando el refractómetro universal de Abbé, a 25°C (10).

Índice de yodo — En este caso se aplicó el método de Wijs (12).

Índice de saponificación — Se usó el método de Koettstorfer (12).

Composición de los ácidos grasos — Se determinó por cromatografía de gas líquido. Para este análisis se prepararon los ésteres metílicos con solución de BF₃ al 140/o en metanol. Las condiciones de trabajo del cromatógrafo fueron las siguientes: fase estacionaria: 100/o DEGS — PS sobre Supelcoport 100/120 mesh; columna de vidrio de 10 pies de largo y 2 mm diámetro interno; gas de arrastre: nitrógeno; flujo gas de arrastre: 30 ml/minutos; temperatura inicial de columna: 160°C; T° final 210°C; velocidad de incremento temperatura: 4°C por minuto; tiempo: 48 minutos, presión de hidrógeno: 20 psi; tipo de detector: ionización de llama; determinación de área: integrador con microcomputador ICI-100; instrumento: cromatógrafo Perkin Elmer Sigma 300.

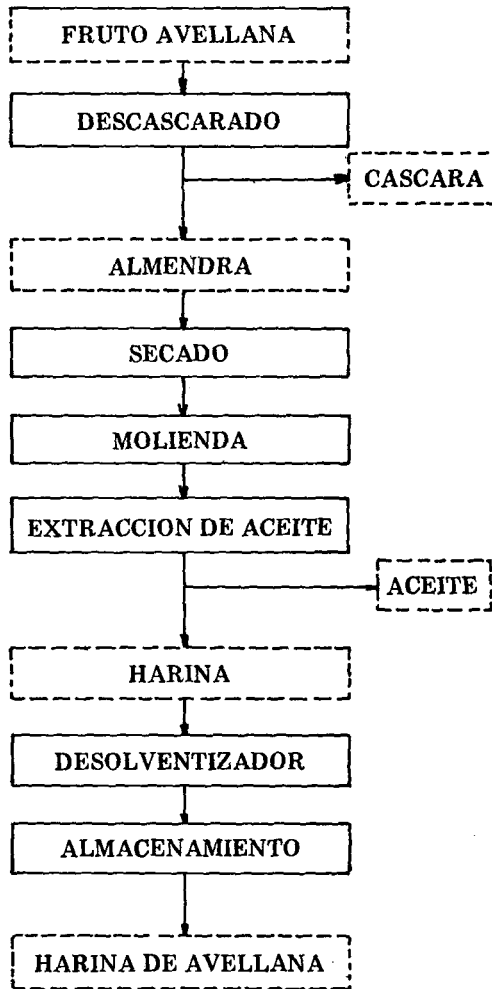


FIGURA 1

Procedimiento aplicado para la obtención de harina desgrasada de avellans (H.D.A.)

Determinaciones Biológicas

Método de razón proteínica neta (NPR) — La técnica empleada fue la de Bender y Doell (13).

Animales — Se emplearon 24 ratas albinas de 21 días de edad de la Cepa Wistar. Los pesos iniciales fluctuaban entre 43 y 57 gramos, con un promedio de 50 gramos. Para el experimento se dividieron en tres grupos. El grupo A, constituido por ocho animales, recibió la dieta de H.D.A. El grupo B, formado por ocho ratas, recibió dieta control de caseína. El grupo C, fue alimentado con dieta apteínica. Durante los 14 días que

duró la experiencia, los animales fueron alojados en jaulas metabólicas individuales, en un ambiente de temperatura controlada. Las dietas y el agua se administraron *ad libitum*. Se controló peso e ingesta a los siete y 14 días.

Dietas — Las dietas de H.D.A. y de caseína se prepararon al 100/o de concentración proteínica (14). Su composición se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1
COMPOSICION DE LAS DIETAS DE H.D.A. Y DE CASEINA

Componentes	Dieta	
	Control	H.D. A.
Caseína ^a	11.7	—
H.D.A.	—	52.0
Aceite	10.0	10.0
Vitaminas ^b	1.0	1.0
Sales minerales ^b	4.0	4.0
Celulosa	5.0	5.0
Maicena	68.3	28.0

a Nutritional Biochemicals Corp., Cleveland, Ohio, EUA.

b Chapman, D. G., R. Castillo & J. A. Campbell (15).

En la segunda semana se recolectaron las deposiciones, las cuales se pesaron, secaron y molieron, extrayéndose una alícuota para la determinación de nitrógeno, en cada tipo de dieta (9). La calidad de la proteína de la H.D.A., se valoró relacionando ganancia de peso del grupo testigo y pérdida de peso del grupo apteínico, con la ingesta del grupo problema (15, 16). La digestibilidad verdadera (D.V.), se determinó en forma simultánea al desarrollo de la técnica NPR, cuantificando el nitrógeno ingerido y el nitrógeno fecal, en ratas con dieta en ensayo y ocho ratas del grupo apteínico (17, 18).

La fórmula para su determinación fue la siguiente:

$$D = \frac{I - (F - F_K) * 100}{I}$$

donde F y F_K representan los contenidos de nitrógeno fecal de las ratas con dieta de ensayo y apteínica, respectivamente. I representa el nitrógeno ingerido.

Análisis estadísticos — Los resultados obtenidos en el ensayo de NPR fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de Duncan (19) a un nivel de P ≤ 0.05 de significancia.

TABLA 2

COMPOSICION Y VALOR CALORICO DE LA TORTA DE AVELLANA, SU COMPARACION CON PRODUCTOS ALIMENTICIOS CONVENCIONALES Y NO CONVENCIONALES
(g x 100 g)

Componentes	H.D.A.	Arveja*	Frijol	Harina de		Trigo*	Arroz*	Torta de		Harina de soya**
				Garbanzo*	Lenteja*			Raps fría**	Maravilla fría**	
Humedad	3.8	9.6	8.9	9.4	9.2	13.5	12.3	7.5	6.8	7.0
Proteínas (N x 6.25)	19.2	23.6	18.1	16.1	20.9	8.0	6.4	36.7	43.7	51.5
Cenizas totales	5.1	3.0	7.7	7.1	6.5	0.5	0.5	6.1	8.7	5.8
Fibra cruda	8.6	5.6	1.2	0.8	1.2	0.5	0.3	1.3	10.8	3.0
Extracto etéreo	4.0	1.2	1.4	3.7	1.6	0.7	8.0	10.9	1.7	1.0
ENN	59.3	57.0	62.7	62.9	60.2	77.5	79.7	37.4	29.0	30.0
Contenido calórico (kcal/100 g)	350	324	330	343	330	349	363	395	306	335.0

* Referencia (4).

** Referencia (1).

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición Química de la H.D.A.

La composición química proximal de la H.D.A. se detalla en la Tabla 2, en la que cada resultado es el promedio de tres determinaciones. Estos datos reflejan un importante contenido proteínico (19^o/o).

De acuerdo a la información consignada en dicha Tabla, el aporte proteínico de la H.D.A. es comparable al de las harinas de leguminosas, y notoriamente superior al contenido proteínico de los cereales, aunque inferior al de las tortas de oleaginosas (1).

La H.D.A. acusa también un contenido mayor de fibra cruda que las harinas de leguminosas, cereales y tortas de oleaginosas, condición que podría interferir la utilización del producto (15). Asimismo, su contenido energético, es comparable al de las harinas de leguminosas, cereales y tortas de oleaginosas, como maravilla y soya.

La composición de ácidos grasos establecida en el aceite de avellana (Tabla 3) presenta características relativamente comparables a la informada en la literatura (21). Cabe destacar en ella, el alto contenido de ácido oleico (39^o/o) y palmitoleico (37.1), este último encontrado solamente en aceites de origen marino y, la baja concentración de ácido linoleico (1.1^o/o) que permite clasificar a este aceite como de buena calidad y estabilidad (21) frente al proceso de enranciamiento.

Los resultados de la composición mineral que se exponen en la Tabla 4 indican que el sodio es el elemento mineral más abundante en la harina desgrasada de avellanas, con una concentración de 3,680 mg/kg, seguido de fósforo. Entre los macroelementos la concentración más baja corresponde al potasio con 410 mg/kg. Respecto de los microelementos, el manganeso presenta la concentración más alta, seguido de hierro. Los hallazgos referentes al fósforo y al hierro fueron inferiores a los notificados en el caso de las harinas desgrasadas de raps y maravilla.

Calidad Biológica

Los datos de NPR y D.V. constatados en nuestro experimento, se consignan en la Tabla 5. Desde el punto de vista biológico, la calidad de los componentes proteínicos de la H.D.A. medida en ratas a través de la técnica NPR dio un valor de 3.58, cifra que es significativamente más baja que el valor obtenido para caseína (4.10). No obstante, en términos porcentuales, dicho valor representa 87^o/o respecto de caseína.

La cifra obtenida para la razón proteínica neta (NPR) de 3.58 puede explicarse como sigue:

- a) La ingesta de la dieta, tanto total como proteínica de H.D.A. significativamente inferior respecto al grupo que consumió caseína, lo que a su vez se reflejó en un menor incremento de peso corporal (Tabla 5).
- b) Al comparar la composición aminoacídica de la H.D.A. con el patrón FAO/OMS 1981, se aprecia que la lisina es el aminoácido limitante, con un puntaje químico de 82 (22), y

TABLA 3

CARACTERISTICAS Y COMPOSICION DEL ACEITE DE AVELLANAS

Análisis

Características

Indice de yodo	85.0
Indice de saponificación	184.8
Indice de refracción a 20°C	1.47
Residuos insaponificables, o/o	0.20

Acidos grasos (Peso o/o ésteres metílicos)

C16 : 0 Acido palmítico	2.3
C18 : 0 Acido esteárico	0.5
C20 : 0 Acido eicosanoico	2.3
C24 : 0 Acido tetraeicosanoico	0.3
	<hr/> 5.4

Total ácidos saturados

C16 : 1 Acido palmitoleico	37.0
C18 : 1 Acido oleico	39.5
C18 : 2 Acido linoleico	6.9
C18 : 3 Acido linolénico	1.1
C20 : 1 Acido eicosaenoico	4.6
C22 : 1 Acido docosaenoico	3.4
	<hr/> 92.5

Total ácidos insaturados

TABLA 4

COMPOSICION MINERAL DE HARINA DESGRASADA DE AVELLANAS

(mg/kg)^a

Na	K	Ca	Mg	P	Cu	Mn	Zn	Fe
3680	410	972	2860	2450	23	41	17	19

^a Valores promedio de tres determinaciones.

TABLA 5

DIFERENCIA DE PESO, INGESTA TOTAL, INGESTA PROTEINICA, DIGESTIBILIDAD VERDADERA Y APARENTE, EN RATAS ALIMENTADAS CON H.D.A. Y CASEINA AL CABO DE 14 DIAS

Fuente proteínica	Δ Peso* g	Ingesta total	Ingesta proteínica	NPR	Digestibilidad verdadera	Digestibilidad aparente
H.D.A.	25 ± 4.0^A	89.4 ± 5.1^A	10.4 ± 0.6^A	3.58 ± 0.40^B	85.5 ± 2.9^A	80.9 ± 3.12^A
Caseína	40.6 ± 5.9^C	129.7 ± 10.5^C	12.8 ± 1.10^C	4.10 ± 0.30^B	95.4 ± 1.44^B	85.2 ± 1.24^B
Aproteínica	-11.6 ± 4.1^B	56.9 ± 5.4^B	2.0 ± 0.2^B	—	—	—

* El peso promedio de los grupos experimentales fue de 35.5 g.
La pérdida de peso promedio del grupo sin proteína fue de 11.6 g.

a Promedio \pm desviación estándar de ocho observaciones.

b Letras diferentes en las columnas son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

- c) Los valores encontrados para digestibilidad aparente y verdadera fueron 81 y 85.5, respectivamente, resultando ser significativamente inferiores respecto de la caseína (Tabla 5). Ello determinó que el contenido de fibra cruda de este producto afectase la utilización biológica de H.D.A. (23).

Finalmente, los valores de digestibilidad aparente (D.A.) y verdadera (D. V.), se consideran buenos comparativamente, tratándose de un producto vegetal obviamente inferior a la caseína.

SUMMARY

CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL QUALITY OF DEFATTED HAZELNUT FLOUR

The results of the chemical composition and biological quality of defatted hazel nut flour are shown. The samples analyzed contained significant amounts of proteins (190/o) comparable to legume flour, higher than cereals and lower than defatted oleaginous flours.

The oil extracted from the seed was analyzed and the average results obtained were the following: Refraction index, 1.47; saponification No. 184.8; iodine No. 85.0.

The average composition of the fatty acids obtained by gas liquid chromatography was:

— Palmitic acid	2.30/o
— Palmitoleic acid	37.00/o
— Stearic acid	0.50/o
— Oleic acid	39.50/o
— Linoleic acid	6.90/o
— Linolenic acid	1.10/o
— Eicosanoic acid	2.30/o
— Eicosaenoic acid	4.60/o
— Docosenoic acid	3.40/o
— Tetraeicosanoic acid	0.30/o

These results indicate a good-quality oil due to the low content of linolenic acid.

The nutritive value of the defatted meal measured in the rats gave a net protein ratio (NPR) of 3.58, lower than the corresponding casein value (4.10). The true protein digestibility measured in the rat gave a value of 7.30/o, compared to 950/o for casein.

The amounts of iron and phosphorous are comparatively lower than those reported for rape-seed meal and sunflower meal.

BIBLIOGRAFIA

1. Garrido, R. N. *Agroindustria y Desarrollo*. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Chile. Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1975.

2. Instituto de Investigaciones Tecnológicas (INTEC). Estudios de Industrialización de la Avellana Chilena. Santiago, Chile, 1982.
3. Mönckeberg, B. F. Estudio sobre nuevas fuentes de proteínas para consumo humano. *Rev. Chil. Ped.*, 38: 205-213, 1983.
4. Pak, D. N. **Proteína de Oleaginosas para Consumo Humano**. Santiago, Chile, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA).
5. Uauy, R. **Los Requerimientos Nutricionales Humanos**. Apartado Docente No. 132/78. Santiago, Chile, Sec. Gen. Docencia, INTA, 1983.
6. Yáñez, E., D. Ballester, *et al.* Estudio biológico de nuevas fuentes de proteínas para consumo humano. *Nutr. Bromatol. Toxicol.*, 6: 85, 1967.
7. Mönckeberg, B. F. Perspectivas nutricionales para los próximos 20 años. *Rev. Chil. Nutr.*, 10: 41-53, 1982.
8. Instituto de Investigaciones Tecnológicas (INTEC). **Investigación y Aprovechamiento de Recursos Silvoagropecuarios no Tradicionales en la IX Región**. Tomo 1. Santiago, Chile, 1984.
9. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. Washington, D. C., The Association, 1980.
10. Schmidt-Hebbel, H. **Ciencia y Tecnología de los Alimentos**. Santiago, Chile, Editorial Universitaria, 1980.
11. González, C. & M. Báez. Método de determinación de fósforo en tejidos vegetales. *Agroquímica Itala*, 14(15), 1972.
12. American Oil Chemists Society. **Official and Tentative Methods (Ce 2-66)**. Champaign, Illinois, AOCS, 1974.
13. Bender, A. E. & B. H. Doell. Biological evaluation of proteins: a new aspect. *Br. J. Nutr.*, 11: 140-148, 1957.
14. Chapman, D. G., R. Castillo & J. A. Chambell. Evaluation of protein in foods. I. A method for determination of protein efficiency ratios. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 679, 1959.
15. Chapman, D. G. Especificaciones sobre mezcla de vitaminas y minerales a utilizar en ensayos biológicos. U.S.P. XIV. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 333-333, 1959.
16. Tagle, M. A. **Nutrición 1973**. 2a. ed. Santiago, Chile, Editorial Andrés Bello, 1980.
17. Pellett, P. L. & V. Young. (Eds.). **Nutritional Evaluation of Protein Foods**. Tokyo, The United Nations University World Hunger Programme, 1980, 154 p. (Food and Nutrition Bulletin Supplement 4) (WHTR-3/UNP-129).
18. Mucciarelli, S. I. L. de, M. L. de Arellano, J. A. del Cid & M. S. Giménez. Harina de *Cassia aphylla*. Estudio de la composición química y calidad biológica de la proteína. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 31(2): 324-336, 1981.
19. Sambucetti, M. E. Estudio de la proteína extraída de la semilla de lino. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 23: 79-94, 1973.
20. Duncan, D. B. Multiple range and multiple F test. *Biometrics*, 11(1): 1-42, 1955.
21. Schmidt-Hebbel H. & M. J. Penachioti. **Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos**. Santiago, Chile, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile, 1985.
22. Mella, M. A. & L. S. Masson. Materias grasas vegetales de consumo habitual y potencial en Chile. *Grasas y Aceites*, 35: 240-245, 1984.

23. Pellet, P. L. Protein quality evaluation revisited. *Food Technol.*, **32**(5): 60-79, 1978.
24. Villaruel, M., E. Biolley, R. Schneeberger, D. Ballester & S. Ramírez. Amino acid composition of Chilean hazel nut flour. *Food Chem.*, **25**(2): 155-158, 1987.