

Estudios sobre granos de cereales de producción nacional I. Composición química general de lípidos de extracción y harinas residuales de Mijo (*Panicum miliaceum* L), Alpiste (*Phalaris canariensis* L), Cebada cervecera (*Hordeum distichum* L) y Avena (*Avena sativa* L).*

María H. Bertoni, Adriana Pereyra Gonzales y Pedro Cattaneo. **

SUMMARY ABSTRACT

The present paper informs about the yield of extracted oils, their respective acidic composition and the content of several components of the residual meals of extraction of whole grains; The study refers to grains of millet (*Panicum miliaceum* L.), alpist (bird seed) (*Phalaris canariensis* L.), brewing barley (*Hordeum distichum* L.) and oats (*Avena sativa* L.), Argentine. Comparing the values obtained for the different grains, the main observations were: a high content of ash for millet and alpist; a high yield of extracted oil for alpist and oats (7,49 and 6,22% (dry basis) (d.b.) and a lower yield for brewing barley (2,02); a maximum of unsaturation for alpist and millet and a minimum unsaturation for brewing barley. The higher values on unsaponifiable matter (17,66 and 6,89 % lipids) and also in total sterols (2490 and 1743 mg. sitosterol % g lipids) were observed in brewing barley and millet. The acidic compositions showed as major components 16:0, 18:1 and 18:2 and minor ones 14:0, 18:3 and 20:1. The maximum content of crude protein was for alpist meal (18,3 % d.b.). Available lysine was high in oats (5,1 g/16 g N) and in breweng barley

(4,8). Starch was the main carbohydrate (58-69 % d.b.), and the values for reducing and invert sugars were low. Crude fiber was maximum for oat meal (13,2 % d.b.). The relationships Ca/P total were very low and the respective of P (phytic acid)/P total were 63-86 %, similar to other whole cereals. The absence of gliadines was confirmed in millet residual meal. The available information was scarce for whole grain millet and absent for alpist.

RESUMEN

El presente estudio informa sobre las características del grano entero, rendimiento en aceite crudo de extracción y su composición ácida, así como de la composición química general y de algunos componentes de interés nutricional de la harina residual de extracción de mijo (*Panicum miliaceum* L.), alpiste (*Phalaris canariensis* L.), cebada cervecera (*Hordeum distichum* L.) y avena (*Avena sativa* L.), todos de producción nacional. Se observó un alto contenido en cenizas para mijo y alpiste; un alto rendimiento en aceite de extracción

****Departamento de Química Orgánica (Orientación Bromatología y Tecnología de Alimentos). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.**

Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, 1428, Buenos Aires, Argentina.

*** Este trabajo fue posibilitado por el apoyo de Subsidios de SECYT, CONICET y la Academia Nacional de Ciencias de Buenos Aires.**

para alpiste y avena (7,49 y 6,22 % en base seca (b.s.), que fue mínimo para cebada cervecera (2,02); el máximo de insaturación fue para alpiste y mijo y el mínimo para cebada. Los más elevados tenores en insaponificable se observaron para cebada cervecera y mijo (17,66 y 6,89 % lípidos), así como los contenidos en esteroides totales respectivos (2490 y 1743 mg. sitosterol % g lípidos). Las composiciones acídicas mostraron como componentes mayores a 16:0, 18:1 y 18:2 y como menores a 14:0, 18:3 y 20:1 en todos los casos. El contenido en proteína cruda de las harinas residuales respectivas señalaron el más alto valor para alpiste (18,3 % b.s.), mientras que para lisina disponible los más elevados fueron los de avena (5,1 g/16 gN) y cebada cervecera (4,8). En todos los granos el principal hidrato de carbono fue el almidón (58-69 % b.s.) y los valores para reductores e invertibles fueron bajos en todos ellos. Los contenidos en fibra cruda señalaron un máximo valor para avena (13,2 % b.s.). Las relaciones Ca/P total fueron muy bajas y las de fósforo de ácido fítico/P total, representaron entre el 63 y 86 %, similar a los otros granos enteros de cereales y de sus harinas de extracción. Se evidenció la ausencia de gliadinas en harina de mijo. La información bibliográfica disponible fue muy limitada para grano integral de mijo y sin datos para alpiste, que permitieran la comparación con los de este trabajo.

INTRODUCCION

Se ha considerado de interés conocer las características de los granos, su composición química general y aporte nutritivo que ofrece cada uno de ellos, así como la comparación con los valores mencionados en literatura. La

revisión de esta última muestra claramente el mayor número de estudios realizados sobre granos de avena y cebada cervecera, mientras que pocos se refieren al grano de mijo y menos aún en el caso del alpiste.

3- Desde un punto de vista práctico, muchas combinaciones alimentarias (dietas mixta) elaboradas para el hombre y/o animales, se basan en cereales y un mayor conocimiento de estas fuentes que se comercializan en el país contribuiría eficazmente en su cultivo y producción en regiones que posean características similares a las de países donde se dan altos rendimientos con procesamiento y consumo local (1).

4- El presente trabajo ilustra sobre producción, algunas características físicas, rendimiento en aceite crudo de extracción y sus composiciones acídicas, composición química general de las respectivas harinas residuales de extracción y algunos componentes de particular interés nutricional de los granos integrales de los siguientes cereales: mijo, alpiste, cebada, cervecera y avena.

Los granos integrales presentan una composición química general y un valor nutritivo parecidos, con diferencias de orden cuantitativo según la especie a la que pertenecen.

MATERIALES Y METODOS

5- Los granos de los cereales estudiados tienen las siguientes procedencias: Mijo (Panicum miliaceum L., mijo común), muestra adquirida en el comercio (venta para preparaciones mixtas para alimento animal). 1kg de grano entero.

Alpiste (Phalaris carariensis L.), muestra adquirida en el comercio

(semilla para aves). Se cultiva en el país y se halla naturalizada. 500 g de grano entero. La información sobre la variedad de las muestras de granos de mijo y alpiste fue suministrada por el Ing. Agr. F. Alvarez (Distribuidora de granos J.R. Picasso S.A.).

Cebada cervecera (Hordeum distichum L.), 500g de grano entero, cosecha 1994/95, remitida por la firma Cervecería y Maltería S.A.C.A. y G..

Avena (Avena sativa L., avena común), 2 kg de grano entero, remitida por el Director del Laboratorio Control de Calidad de la firma Quaker S.A., cosecha 1994/95.

Previamente al estudio de los lípidos (aceites crudos de extracción, hexano técnico, Soxhlet), se determinaron algunas características físicas de las granos (realizadas sobre 12 granos elegidos al azar): tamaño, peso hectolítrico, forma, color, número de granos/g y cáscara y pepa % de grano entero. Sobre una muestra de grano entero (200 g), finamente molido se determinaron: humedad (vacío, 100°), cenizas (500-550°) y rendimiento en aceite crudo, obteniendo la harina residual de extracción en cada caso.

6 Sobre el aceite crudo se determinaron: Índice de yodo [24], Índice de saponificación [25], N° de ácido (acidez libre) [26], Índice de refracción 25° [27], insaponificable [28], Índice de yodo del insaponificable [29], ácidos totales (obtenidos por saponificación) y su composición acídica (CGL de ésteres metílicos) y esteroides totales [30]. Sobre las harinas residuales de extracción se determinaron los siguientes valores de contenidos en: humedad (vacío, 100°), cenizas (500-550°), fibra cruda [31], nitrógeno total [32], hidratos de carbono reductores, invertibles y sacarificables [33], lisina disponible [34], fósforo total [35,36], calcio [37],

fósforo de ácido fítico [38] y presencia de gliadinas [22,39].

Además sobre las harinas respectivas se realizaron las observaciones microscópicas (luz polarizada) de las características de los gránulos de almidón, dando en todos los casos reacción positiva para almidón (solución yodoyodurada, con observación microscópica). Se establecieron las relaciones calcio/fósforo total y fósforo de ácido fítico/fósforo total, de interés nutricional.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los registros en la producción total de estos granos para la cosecha 1994/95 así como en distintas provincias fueron los siguientes: **mijo**: total del país 52.500 tn. (Córdoba 32.100; La Pampa 8.800; Santa Fe 6.300 y Buenos Aires 5.300), **alpiste**: total 22.636 tn. (Buenos Aires 22.503; La Pampa 133), **cebada cervecera**: total 338.140 tn. (Buenos Aires 268.040; Córdoba 26.300 La Pampa 23.040 y Santa fe 20.550) y **avena**: total 357.286 tn. (Buenos Aires 204.136; La Pampa 73.150; Córdoba 56.550; Santa Fe 13.950 y Entre Ríos 9.500) [2].

La Tabla 1 resume las características de los granos integrales de los cereales estudiados, todos de producción nacional. Los dos primeros (mijo y alpiste) se conocen como "cereales de grano pequeño" [1], tal como puede observarse por el n° de granos/g, significativamente diferente al de los otros dos (cebada cervecera y avena).

La Tabla 2 muestra valores de humedad, cenizas, rendimiento en aceite crudo de extracción y características físico-químicas de los aceites respectivos. Los cereales de grano pequeño presentaron valores más elevados para cenizas, las que en medio acuoso

dieron reacción levemente alcalina a la fenoltaleína, y las de cebada y avena fueron netamente alcalinas. Estos valores están comprendidos entre los registrados en literatura: mijo: 4,1-6,4 [1]; cebada: 1,5-2,2 [3], 1,1 [4]; avena: 7,4 [4], 8,0 [3] y 5,4 [5]. Sin datos comparativos para grano de alpiste. Los granos de alpiste registraron un mayor contenido para lípidos de extracción, seguido del de avena, mientras que el mijo presentó un valor intermedio y cebada cervecera el mínimo, datos acordes similarmente con los valores de literatura; rendimientos en aceite para avena (7,4); cebada (1,1) y mijo (2,9) [4]. Estos lípidos mostraron valores máximos de insaturación (Índice de yodo) para mijo y alpiste, intermedio para cebada cervecera y mínimo para avena. El valor del índice de saponificación fue máximo en lípidos de avena, siendo menores y similares en los de los restantes cereales. Los N^o de ácido (acidez libre) registraron el nivel máximo para lípidos de alpiste, seguido por el de avena y los más bajos para cebada y mijo.

Resueltos por saponificación, los lípidos de los granos de cereales pequeños, presentaron los más altos valores para ácidos totales (87,1 y 89,2) y niveles decrecientes para los de cebada y avena (83,9 y 79,0 % lípidos). Consecuentemente, el máximo contenido en insaponificable correspondió a lípidos de cebada cervecera, seguido en orden decreciente por los de mijo, avena y alpiste. Las insaturaciones (Índice de yodo) de estos insaponificables fueron máximas para alpiste y mijo, con un nivel intermedio para avena y mínimo para cebada cervecera. En correspondencia con las cifras logradas para los contenidos en insaponificable, los valores en esteroides totales fueron máximos para cebada

cervecera y mijo, observando valores inferiores y similares para los de alpiste y avena.

Con respecto a la composición ácida en todos los lípidos de las especies estudiadas se registraron como componentes mayores a 16:0, 18:1 y 18:2 (Tabla 3). El alpiste, sin referencias en la literatura, presenta valores particulares sensiblemente diferentes a los de mijo, cebada cervecera y avena.

Los antecedentes bibliográficos (datos más antiguos), así como aquellos que utilizaron métodos de evaluación más modernos, llevan a la misma conclusión aún teniendo en cuenta las variaciones debidas a factores varietales y condiciones agroclimáticas, para lípidos de mijo, cebada y avena. Mijo: 16:0 + 18:0 (12,0) 18:1 (24,5) y 18:2 (58,0% ácidos totales) [5]; 16:0 (5,8), 18:0 (3,6), 18,1 (22,5) y 18:2 (66,9) [6]; Cebada: 16:0 (9,0), 18:0 (3,0), 18:1 (33,0) y 18:2 (54,0) [7]; 16:0 (20,7) 18:0 (0,9), 18:1 (14,7), 18:2 (59,5) y 18:3 (4,3) [8]; 14:0 (0,3-0,6), 16:0 (18,7-24,4), 18:0 (1,0-1,3), 18:1 (13,1-17,6), 18:2 (51,0-57,8) y 18:3 (5,5-6,7) [9] y Avena: 16:0 (10,0), 18:0 (-), 18:1 (59,0) y 18:2 (31,0) [10]; 16:0 (17,5-19,0), 18:0 (1,45-2,67), 18:1 (37,7-47,1), 18:2 (33,0-39,1) y 18:3 (1,07-2,08) [11]. Otros trabajos, particularmente sobre contenidos y proporciones relativas de ácidos grasos de lípidos de cebada, hacen referencia a su relación con el tamaño del grano [12] y las variaciones que ocurren entre ellos con las fechas de floración y cosecha [13].

La Tabla 4 resume los resultados logrados en la determinación de composición química general y de algunos componentes de interés nutricional de las respectivas harinas integrales de extracción. Los tenores de humedad son similares para las distintas especies (mijo, alpiste, cebada cervecera y

avena), los de cenizas registraron un valor máximo para alpiste, seguidos de los mijo y avena y un mínimo para cebada cervecera. Son valores concordantes con los señalados en la literatura para harina de grano integral de cebada americana (2,50) [3] y para avena negra (4,00) [14], mientras que para grano entero de mijo se menciona un valor muy inferior (2,50) [4], no registrándose datos para grano de alpiste.

Los niveles en nitrógeno total mostraron un máximo para alpiste, los que se reflejan en los respectivos valores calculados como proteínas cruda ($N \times 6,25$). Los tenores en proteína cruda obtenidos para harina integral de mijo son similares a los mencionados en bibliografía: 11,1-18,7 [15]; 9,9 [4] y 10,6 [1], al igual que para harina integral de cebada: 11,0-13,0 [3], 11,0 [16] y 11,1 [17] y 13,2 [18]. El de harina integral de avena figura entre los más bajos mencionados en literatura: 7,37 [14]; 14,0 [3]; 13,0 [16], sin registrar datos para alpiste. Los valores más bajos para lisina disponible o reactiva se obtuvieron en alpiste y mijo, siendo significativamente más elevados los correspondientes a cebada cervecera y avena. No se dispuso de valores de literatura a fin de comparar el logrado para alpiste, estando en cambio el de mijo comprendido en el ámbito de niveles mencionados en bibliografía (1,53-3,72) [15], siendo superiores los determinados en éste trabajo para cebada cervecera: 3,40 [16] y 3,2-3,4 [17] y para avena: 3,7-3,8 [16]; 3,7 [17] y 4,5 [19].

Los contenidos en hidratos de carbono reductores presentaron valores inferiores a la unidad en todos ellos, así como bajos niveles para hidratos de carbono invertibles (expresados como disacáridos). El principal componente entre los hidratos de carbono

sacarificables fue el almidón. Comparando con los registrados de la literatura, los hidratos de carbono reductores e invertibles presentaron cifras similares para mijo: 2,1 [1]; cebada: 1,73-2,14 [20] y avena: 1,04-1,16 [20] no habiendo hallado referencias para alpiste.

Los tenores para hidratos de carbono sacarificables (almidón) están comprendidos entre los mencionados en literatura. Mijo: 63,0-78,0 [1]; cebada: 66,5-69,5 [3]; 77,2 [4] y avena 62,5 [3]; 53,3 [14] y 68,2 [4]. La observación microscópica de los gránulos de almidón, realizado sobre la harina de cada cereal, mostró las siguientes características (luz polarizada):

Mijo: gránulos de almidón simple, con cruz de extinción céntrica.

Cebada cervecera: gránulos de almidón simple ovalado, con hilo céntrico.

Alpiste: gránulos de almidón compuesto, con cruz de extinción céntrica.

Avena: gránulos de almidón compuesto, con cruz de extinción céntrica.

Los valores determinados para fibra cruda destacaron un tenor relativamente bajo para la harina integral de cebada cervecera, en comparación con los restantes. Por tratarse de granos de cereales enteros, las respectivas harinas de extracción contenían el total de la cáscara del grano molido, con los altos valores de fibra observados. Las únicas referencias bibliográficas sobre grano entero muestran valores elevados, aunque inferiores para cebada y avena respectivamente: 4,5 y 9,0-11,9 [3], respecto de los logrados en este trabajo.

Los contenidos en calcio fueron sumamente variables entre las distintas

especies, mostrando un máximo para avena y un mínimo para mijo y cifras relativamente altas para alpiste y cebada cervecera. Los contenidos en fósforo total estuvieron comprendidos en un rango de valores estrecho. Consecuentemente, siendo muy superiores en concentración respecto de los de calcio correspondientes, las relaciones Ca/P tot. resultaron significativamente bajas y en concordancia con las calculadas en base a las respectivas concentraciones de calcio y fósforo registradas en literatura para cada caso: mijo 0,06; cebada: 0,12 y avena: 0,13 [4].

Los valores para ácido fítico (expresados como fósforo de ácido fítico % b.s.) mostraron un ámbito estrecho de concentraciones y sus relaciones respecto del fósforo total para cada caso, muestra que la mayor parte de éste último corresponde a fósforo de ácido (componente importante en la cáscara de los cereales), representando entre el 63 y 86% del fósforo total contenido en las harinas integrales respectivas. Este rango de valores comprende el prácticamente registrado en todos los granos de cereales enteros y sus harinas de extracción.

La identificación de gliadinas en cereales es de importancia nutricional, agronómica y tecnológica. Su detección en cereales como el trigo, cebada, centeno y avena ha sido intensamente estudiada [21] [22]. En este trabajo se

confirma la presencia de gliadinas en harinas integrales de granos de alpiste (solamente bandas en la zona de gliadinas de bajo peso molecular), en cebada cervecera (bandas en zonas de gliadinas de bajo y alto peso molecular) y en avena (solamente bandas en zonas de gliadinas de bajo peso molecular), con referencia a las del trigo como patrón.

No se observaron las bandas correspondientes a gliadinas en preparados con harina integral de mijo. La importancia de su ausencia en el grano de mijo radica en que, tanto el grano, como la harina y otras formas de utilización en la industria alimentaria, puedan ser incorporados en la dieta para enfermos celíacos (intolerancia al gluten: complejo de gliadinas y gluteninas) [23].

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente al Sr. Gerente de Control de Calidad Lic. G. Touzas y autoridades de la firma Quaker S.A. por el envío de grano entero de avena; a la Dra. A. Seldes y al personal de la Cervecería y Maltería Quilmes S.A.C.A. y G. por el envío de grano entero de cebada cervecera y al Ing. Agr. F. Alvarez de la Distribuidora de Cereales J.R. Picasso S.A. por la información prestada en la identificación de mijo y alpiste, todos en cantidad suficiente para posibilitar estos estudios.

BIBLIOGRAFIA

- 1- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio N° 47/1, "Utilización de Alimentos tropicales: cereales", Roma, p.71 y 74 (1990).
- 2- Secretaría de Estado de Agricultura, Ganadería y Pesca. Estimación Agropecuarias, Bs. As.
- 3- D.W. Kent-Jones, "Modern Cereal Chemistry", 3º Ed., London, p. 93, 95, 98, 100 (1939).
- 4- United States Department of Agric., E.E.U.U., "Composition of Foods", N° 8, p. 9, 39, 40 (1963).
- 5- A. Steger and J. van Loon, Rec. Trav. Chim., 53, 41 (1934). ver T.P. Hilditch and P.W. Williams, "The Chemical Constitution of Natural Fats", 4º Ed., Chapman & Hall, London, P. 282 (Tabla 63) (1964).
- 6- R.E. Bridge, Tesis, Univ. Of Liverpool, England (1951). ver T.P. Hilditch and P. W. Williams, "The Chemical Constitution of Natural Fats", 4º Ed., Chapman & Hall, London, p. 282 (Tabla 63) (1964).
- 7- K. Taüfel and M. Rusch, Z. Unders Lebensm. 57, 422 (1929). Ver T. P. Hilditch and P.W. Williams, "The Chemical Constitution of Natural Fats", 4º Ed., Chapman & Hall, London, p. 282 (Tabla 63) (1964).
- 8- W. De Man and D. Dondeyne, J. Sci. Food Agric., 36, 186 (1985).
- 9- P.B. Prince and J. Parson, J. Am. Oil Chem. Soc., 52, 490 (1975).
- 10- K. Amberger and E.W. Hill, Z. Unders Lebensm., 54, 417 (1927). ver T.P. Hilditch and P.W. Williams, "The Chemical Constitution of Natural Fats", 4º Ed., Chapman & Hall, London, P. 282 (Tabla 63) (1964).
- 11- H. Karunajeewa and S.H. Tham, J. Sci. Food Agric., 48, 339 (1989).
- 12- W. De Man and P. Bruyneel, Phytochemistry, 26, 1307 (1987).
- 13- W. De Man and N. Canberghe, Phytochemistry, 27, 1639 (1988).
- 14- M. Prince et R. Lecoq, "Guide Pratique d'Analysis Alimentaires", Vigot Frères Ed., Paris, p. 13 (1921).
- 15- P.V. Monteiro, T.K. Virupaksha and D. Rajapopol Rao, J. Sci. Food. Agric., 33, 1072 (1982).

- 16- A.A. Betschart Ph. D., *Cereal Foods World*, 27, 395 (1982).
- 17- R. Tkachuk and G.N. Irvine, *Cereal Chem.*, 46, 206 (1969).
- 18- C.M. Weaver, P.H. Chen and S.I. Ryneanson, *Cereal Chem.*, 58, 120 (1981).
- 19- A.M. Altschul, "Processed Plant Protein Foodstuffs", Acad. Press. Inc. Publ., New York, p. 884 (1958).
- 20- R.J. Henry, *J. Sci. Food Agric*, 36, 1243 (1985).
- 21- P.R. Shwry, H.M. Pratt and B.J. Mifflin, *J. Sci Food Agric.*, 29, 587 (1978).
- 22- R.P. Shwry, A.J. Faulks, H.M. Pratt and B.J. Mifflin, *J. Sci Food Agric.*, 29, 847 (1978).
- 23- Nat. Acad. of Sciences, "Toxicants Occurring Naturally in Foods", 2^o Ed., Washington D.C., E.E.U.U., p. 118 (1973).
- 24- AOAC, Hanus Method, Final Action, 920.158, 15^o Ed., E.E.U.U. (1990).
- 25- AOAC, Koettstorfer Number, Final Action, 920.160, 15^o Ed., E.E.U.U., (1990).
- 26- IUPAC, Standard Methods for the Analysys of Oil and Fats, 5^o Ed., London, England (1964).
- 27- A.O.A.C., Abbé refractometer, Final Action, 921.08, 15^o Ed., E.E.U.U., (1990).
- 28- A.O.C.S., Ca 6b-53, éter etílico, 2^o Ed., E.E.U.U. (1963).
- 29- K.W. Rosenmund and W. Kuhnhen, *Z. Nahr. Genussm.*, 46, 151 (1923).
- 30- V.C. Mehlenbacher, "Analysis of Fats and Oils", The Garrard Press Publ. Champaign, I 11., P. 592 (1960).
- 31- A.O.A.C., Official Method, 7065, 13^o Ed., E.E.U.U. (1980).
- 32- A.O.A.C., Modified Cromprehensive Nitrogen Method, 978.02, 15^o Ed., E.E.U.U. (1990).
- 33- A.O.A.C., Official Method, 22043, 22045, 29026, 10^o Ed., (1965); 310.38, 13^o Ed., E.E.U.U. (1980).
- 34- E.J. Conkerton y V.L. Frampton, *Arch. Biochem. Biophys.*, 81, 133 (1959).
- 35- G.R. Bartlett, *J. Biol. Chem.*, 234, 466 (1959).

- 36- A.O. Rucci, Tesis, Fac. Cienc. Exact. y Nat., UBA (1972).
- 37- A.O.A.C., Final Action, 944.03, 15º, Ed., E.E.U.U. (1990).
- 38- A.O. Rucci y M.H. Bertoni, An. Asoc. Quím. Argent., 62, 365 (1974).
- 39- U.K. Laemmli, Nature, 227,680 (1970).

TABLA 1 - Características del grano entero de cereales: mijo, alpiste, cebada cervecera y avena.

Características	Forma	Largo (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Nº granos/g (prom.)	Peso hectolítrico	Color	Cáscara % grano	Pepa % grano
Mijo (x)	ligerm. oval	2,0-2,5	2,0	2,0	192	78,6	pardo claro	17	83
Alpiste (x)	oval alargado	4,0-6,0	1,5-2,0	1,0-1,2	152	73,3	pardo claro	19	81
Cebada cervecera	oval con surco central	6,9-7,0	3,3	2,4-2,6	22-23	73,6	muy lig. pardo	7	93
Avena	husc muy alargadc	10,5-11,5	2,1	2,0-2,1	30-31	53,0	liger. pardo	35	65

(x) - "Cereales de grano pequeño (comprenden gran número de especies botánicas distintas: sorgo, mijo, alpiste) que se cultivan como cereales alimentarios (1).

TABLA 2 - Características físico - químicas de los aceites crudos de granos enteros de mijo, alpiste, cebada cervecera y avena.

Sobre grano integral molido	Mijo	Alpiste	Cebada cervecera	Avena
Humedad %	12,28	9,41	10,79	8,58
Cenizas % b.s.	4,32	6,32	2,32	3,81
Aceite crudo de extracción	2,9	7,59	2,02	7,4
	4,1-6,4	7,49	1,5-2,2	5,4-8
Rendimiento % b.s.	4,33	7,49	2,02	6,22
Indice de refracción 25°	1,4747	1,4718	1,4747	--
Indice de yodo	122,7	116,6	114,1	103,9
Indice de saponificación	180,0	186,8	183,3	203,1
Nº de ácido	10,6	33,3	12,3	20,8
Insaponificable % aceite	6,89	2,47	17,56	4,22
Indice yodo insaponificable	131,3	137,7	19,4	90,1
Acidos totales % aceite	87,09	89,86	83,93	79,05
Esteroles totales	1743	702	2490	693

b. s. (base seca)

TABLA 3 - Composiciones acídicas (% de ácidos totales) - CGL de ésteres metílicos de lípidos de extracción de granos enteros de mijo, alpiste, cebada cervecera y avena.

Componente	Mijo	Alpiste	Cebada cervecera	Avena
14:0	vest.	0,2	0,4	0,1
16:0	10,6	19,3	19,8	17,9
16:1	0,2	--	--	--
18:0	1,9	1,4	0,8	1,3
18:1	29,6	35,2	24,4	47,2
18:2	55,7	43,6	49,6	32,2
18:3	1,2	0,2	3,6	0,7
20:0	0,4	vest.	--	--
20:1	0,4	0,1	8,1	0,6
15:0, 17:0 y 17:1	vest.	--	--	vest.

TABLA 4 - Harinas de extracción de granos enteros de mijo, alpiste, cebada cervecera y avena.

	Mijo	Alpiste	Cebada cervecera	Avena
Humedad %	8,43	6,034	7,63	7,21
Cenizas % b.s.	5,00	6,76	2,56	4,26
Nitrógeno tot. % b.s.	1,93	2,93	1,67	1,56
Proteína cruda % b.s.	12,06	18,31	10,44	9,75
Hidratos de carbono reductores (como glucosa) % b.s.	0,13	vest.	0,16	0,16
Hidratos de carbono invertibles (como disacárido) % b.s.	0,84	0,80	2,18	1,11
Hidratos de carbono sacarificables (como almidón) % b.s.	65,57	58,45	69,30	60,81
Fibra cruda % b.s.	10,02	8,40	5,49	13,20
Lisina disponible (g. lis./16 g N)	3,2	2,7	4,8	5,1
Calcio (como Ca) mg % g b.s.	8,15	57,80	43,70	85,96
Fósforo total (como P) % b.s.	0,32	0,41	0,22	0,25
Relación Ca / P tot.	0,025	0,14	0,20	0,35
Acido fítico (como P) % b.s.	0,26	0,26	0,19	0,17
Relación P de ácido fítico / P tot.	81,2	63,4	86,4	68,0
Presencia de gliadinas	negativo	positivo	positivo	positivo

b.s. (base seca)