

ARS PHARMACEUTICA

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE GRANADA

Tomo XXIII - Núm. 3

1982

Director:

Prof. Dr. D. Jesús Cabo Torres

Director Ejecutivo:

Prof. Dr. D. José Luis Valverde

Secretarios de Redacción:

Prof. Dr. D. José Jiménez
Martín

Prof. Dr. D. Luis Bravo Díaz

Redacción y Administración:

Facultad de Farmacia.
Granada - España.

Dep. Legal. GR: núm. 17-1960

ISSN 0004 - 2927

Imprime:

Gráficas del Sur, S. A
Boquerón, 6
Granada 1983

Sumario

PAG.

TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

- Estudio del valor biológico de la proteína de algunas mezclas de subproductos industriales, por E. Aranda, J. Luque y A. Murillo 287
- Estudio cristalográfico de los oxalatos en cálculos urinarios, por T. Rodríguez, C. Torres, J. Aguilar y S. del Río 297
- Estudio cristalográfico de los uratos en litiasis urinarias, por T. Rodríguez Rebollo, C. Torres Ramírez, J. Aguilar y A. Pedrajas 319
- Sobre *Diorchis parvogenitalis* Skrjabin y *Matheosian*, 1945 y su diferenciación con otras especies próximas del género *Diorchis*, por Illescas Gómez, M.ª P. 347
- Influencia de la edad y la raza sobre la respuesta inmune en el ratón, por G. Alvarez de Cienfuegos López, A. Ruiz-Bravo López, C. Ruiz Rodríguez, R. Jiménez Torres, A. Ramos Cormenzana 357
- Estudio de la fracción glucídica de la semilla de *annana cherimolia* mill, por A. Villar del Fresno y J. L. Rios Cañavate... .. 367
- Influencia del NO_3K en la formación de cristales de CO_3Ca por bacterias, por M. A. Rivadeneyra y A. Ramos-Cormenzana 373
- *Brueelia merulensis*, *Brueelia marginata*, *Phlopterus timmermanni* y *Menacanthus polonicus* (Mallophaga, insecta). I. Estudio del porcentaje de parasitación y distribución geográfica, por F. Alcántara Ibáñez, M. D. Soler Cruz y D. C. Guevara Benítez 379
- Retención de Dicamba por un carbón activo, por A. Navarrete Guijosa, A. Jiménez López y M. Giner Godínez 387
- Estudio espectrofotométrico de los complejos de 2-Mercaptopropionil glicina con Ni(II) y Co(II), por M.ª J. Quesada, L. Sánchez y R. J. García-Villanova... .. 397
- Estudio «in vitro» de las características de absorción gastro-intestinal de la nicotinamida, por Correa, M.ª T.; Cuerda, L. y Sellés, E. 407
- Crítica de Libros... .. 417

TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISIOLOGIA ANIMAL
UNIVERSIDAD DE GRANADA

ESTUDIO DEL VALOR BIOLÓGICO DE LA PROTEÍNA DE ALGUNAS MEZCLAS DE SUBPRODUCTOS INDUSTRIALES

F. ARANDA, J. LUQUE y A. MURILLO

INTRODUCCION

El estudio de la calidad nutritiva de la proteína de muchos subproductos industriales, que anteriormente se desechaban, ha adquirido hoy un papel relevante. En un trabajo anterior realizado en nuestro laboratorio (3) se estudiaron algunos subproductos (bagazo de cerveza, germen de garrofín y bellota desengrasada) desde el punto de vista del valor nutritivo de sus proteínas.

El bagazo de cerveza se emplea en la actualidad en la alimentación de ganado, sobre todo vacuno. Este producto se ha empleado en sustitución de otros componentes de la dieta y se ha comprobado que el costo del alimento ingerido disminuía (2), la producción de leche aumentaba (8 y 13) y también se encontró en ratas que la proteína del bagazo de cerveza tiene una digestibilidad baja (70,8 la aparente y 75,8 la real) (3), lo que concuerda con otros resultados (9, 1 y 11) en otros animales. El valor biológico es aceptable (70,4), pero su N. P. U. es sólo del 53,5, lo que hace necesaria su complementación si se desea utilizarlo como alimento.

El germen de garrofín (obtenido de la semilla de la algarroba) tiene un precio más alto que la bellota y el bagazo, pero su contenido proteico permite utilizar una cantidad pequeña para alcanzar el nivel proteico requerido. Los efectos sobre la producción de carne en pollos son un poco inferiores a los de la harina de soja (10), sin embargo, son superiores a los de otras sustancias vegetales (14).

La bellota desengrasada es una importante fuente energética hidrocarbonada, si bien su contenido proteico es bajo. Es alimento de

gran interés por su elevada producción y además su utilización tradicional a pie de árbol ha desaparecido prácticamente. Con niveles bajos (15 %) de bellota desengrasada parece ser que no se afecta al crecimiento de los animales (4), mientras que sí se altera a niveles más altos (56 %) (15), lo cual concuerda con nuestros resultados.

A pesar de la importancia indudable que estos subproductos pueden presentar por separado, creemos que es de mayor interés y de futura aplicación en alimentación animal, la obtención de mezclas entre ellos y su utilización como complemento proteico de otros alimentos.

Una vez conocida la calidad proteica de cada subproducto y formulada una mezcla de ellos de acuerdo con sus aminogramas, es necesario valorar biológicamente la mezcla resultante. Esta valoración puede hacerse en animales en crecimiento y éste ha sido nuestro proceder.

METODOLOGIA

Se han hecho cinco experiencias de acuerdo con el siguiente diseño:

<i>Experiencia</i>	<i>Fuente proteica</i>	<i>Técnica empleada</i>
A-1	Mezcla de bagazo y garrofín (1)	Mitchell (5)
A-2	Igual a la A-1 y de textura más fina (1)	»
B	Mezcla de bellota y garrofín	»
C	Mezcla de bellota, bagazo y garrofín	»
T	Sólo garrofín (utilizada como patrón)	»

(1) Las dos primeras tienen la misma composición, diferenciándose sólo en el grado de molturación de los componentes.

Para la preparación de las distintas mezclas tuvimos en cuenta la composición, tomamos las cantidades necesarias de cada uno de ellos para que las mezclas quedasen ajustadas al 12 por 100 de

proteínas y no fuesen deficitarias en ninguno de los aminoácidos esenciales.

CUADRO 1
CANTIDADES RELATIVAS DE CADA UNO DE LOS COMPONENTES EN
DISTINTAS MEZCLAS EN %

	A-1	A-2	B	C	T
Bagazo de cerveza	28,00	28,00	—	26	—
Bellota desengrasada	—	—	65,00	44	—
Germen de garrofin	7,64	8,16	19,00	5	24,74
Grasa	0,06	0,06	1,33	—	2,10
Fibra	2,11	2,11	2,85	—	—
Corrector vitamínico	5	5	5	5	5
Corrector mineral	5	5	5	5	5
Celulosa	—	—	—	—	7,24

En todos los casos se completó hasta cien con una mezcla, a partes iguales, de azúcar de caña y almidón de trigo.

CUADRO 2
COMPOSICION DE LAS DISTINTAS MEZCLAS EXPRESADAS EN
SUSTANCIA SECA

	A-1	A-2	B	C	T
Proteína	12,00	12,72	12,30	12,40	12,76
Grasa	4,36	4,24	3,95	3,90	4,18
Fibra	8,27	8,10	8,21	8,73	7,84
Cenizas	4,82	4,82	5,90	5,03	5,31
M.E.L.N. (1)	70,55	70,12	69,64	69,96	69,90

(1) M.E.L.N. = Materia extractiva libre de nitrógeno.

El análisis cromatográfico y la determinación cuali y cuantitativa de los aminoácidos, se llevó a cabo mediante una cromatografía en columna, utilizando un analizador automático de aminoácidos «Unichron», según la técnica de Moore y Stein (7). Para la determinación son necesarias una serie de manipulaciones previas a la propia determinación:

- 1) Hidrólisis ácida según el método de Schram (12).
- 2) Hidrólisis ácida previa oxidación según la técnica de Moore (56). Nuestro trabajo se ha centrado en comprobar si

los subproductos empleados y las mezclas formuladas tienen G pueden tener interés en alimentación animal y no en establecer comparaciones entre los distintos ensayos, de ahí que no hayamos considerado necesario llevar a cabo un tratamiento estadístico.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

El germen de garrofín es un producto cuya proteína es de buena calidad y creemos que su uso en la alimentación animal puede extenderse rápidamente. Los índices químicos (Chemical Score y M. E. A. A.), tabla 5-1, son aceptables, pero inferiores, por ejemplo, a los encontrados por Luque y Murillo (3), para el bagazo de cerveza. Sin embargo, hay que resaltar que la calidad nutritiva medida biológicamente es superior a la de otros productos vegetales, incluido el bagazo de cerveza, lo que puede interpretarse sobre la base de que los aminoácidos que contiene son disponibles en gran proporción mientras que los aminoácidos del bagazo de cerveza, por ejemplo, deben estar alterados y son en parte no disponibles metabólicamente. En resumen, es la alta calidad biológica de la proteína del garrofín lo que avala su empleo en nutrición animal.

Pese al notable valor del garrofín como alimento creemos que su aplicación futura depende de su valor como suplemento proteico de otros subproductos vegetales de menor precio. Con esta idea formulamos las mezclas que hemos empleado en las diversas experiencias.

La bellota es un producto que, después de la extracción de la grasa, tiene un precio muy bajo. Desgraciadamente su contenido en proteínas es tan escaso que ni siquiera permite la valoración biológica de su calidad, pues es imposible alcanzar el nivel de 10-12 por 100 que se requiere para las pruebas biológicas. En la experiencia B tratamos de aprovechar al máximo la proteína de bellota, complementándola con la mínima cantidad posible de germen de garrofín. El precio de la mezcla era elevado para nuestros propósitos y además la calidad nutritiva de la misma es demasiado baja. Aunque los índices químicos son aceptables, sólo la mitad del nitrógeno ingerido es absorbido y esta extraordinaria pérdida hace que la eficacia para el crecimiento sea baja y el coste de producción elevado. El valor biológico es muy alto, pero esto es un dato

engañoso, ya que probablemente la mayor parte de los aminoácidos dañados y alterados no superan la barrera intestinal y son sólo los aminoácidos disponibles los que se absorben. Hay que tener en cuenta que no medimos valor biológico de la proteína de la dieta, sino valor biológico de la mezcla de aquellos aminoácidos de la dieta que son absorbidos. Esto es cierto siempre, sólo que en esta experiencia es un detalle muy significativo; ya que el coeficiente de digestibilidad de la proteína suele ser elevado y en este caso fue muy bajo.

Creemos que estos resultados indican que la bellota tiene un valor despreciable como fuente proteica para la rata en crecimiento y probablemente es también deficiente para ratas adultas e incluso para otros animales, al menos monogástricos. Naturalmente estos resultados no niegan su valor energético, que no es objeto de nuestro estudio. Sin embargo, hay que hacer notar que es la calidad nutritiva de la proteína lo que concede valor económico a un subproducto vegetal y que, cuando una planta oleaginosa proporciona un «marco» extraído con una proteína aceptable se beneficia el precio del aceite y se proporciona una nueva fuente proteica a bajo precio. Pensamos que éste no es el caso de la bellota.

La mezcla de bagazo de cerveza y germen de garrofín empleada en las experiencias A-1 y A-2 es especialmente conveniente, tanto por su precio como por su calidad nutritiva. Nos referimos a la experiencia A-2 porque en la primera empleamos directamente el bagazo de cerveza comercial y los animales seleccionaron negativamente las fracciones más groseras.

La mezcla de bagazo de cerveza y germen de garrofín fue programada de acuerdo con las análisis químicos previos y por ello no debe extrañarnos que el Chemical Score y el M. E. A. A. sean elevados. Lo importante es que el valor nutritivo de esta mezcla proteica es también muy elevado con buena digestibilidad y un valor biológico muy alto.

Para los fines de este trabajo, tiene especial interés el hecho de que la mezcla bagazo de cerveza-germen de garrofín sea la más económica en los dos aspectos que nos interesan: precio de la mezcla para 100 g. de dieta y coste de 100 g. de aumento de peso de los animales de experimentación (tabla 1). Hay que hacer constar que los resultados de dichas tablas sólo tienen un valor relativo y su

única utilidad es la de establecer comparaciones exclusivamente entre ellos mismos. Los precios carecen de valor absoluto, ya que las dietas experimentales requieren un control y pureza en sus componentes no proteicos que los encarecen extraordinariamente. Sin embargo, sí tiene valor el hecho de que la mezcla bagazo de cerveza-germen de garrofin es más conveniente desde el punto de vista nutritivo y económico que los dos productos por separado, y que las otras mezclas ensayadas. La experiencia A-1 puede tener, incidentalmente un valor especial. Las fracciones groseras que los animales separaron, contenían sólo un 8,5 por 100 de proteína frente al 26,7 por 100 del bagazo de cerveza completo. En consecuencia, el gran aumento de peso de los animales en esta experiencia puede explicarse por una ingesta aumentada de proteínas; sin embargo, creemos que esta interpretación es sólo parcial y que una explicación adicional es la más alta calidad de la proteída en las fracciones de bagazo de cerveza que los animales separaron selectivamente.

Creemos que un proceso simple de tamización puede conducir a la obtención, en buenas condiciones económicas de un producto de bagazo de cerveza con mayor contenido en proteína e incrementada calidad nutritiva.

La incorporación de bellota desengrasada a la mezcla de bagazo de cerveza y germen de garrofin, hecha de acuerdo con los aminogtamias particulares de cada uno de los componentes, lleva a la obtención de un producto con unos índices químicos que expresan buena calidad y unos índices biológicos incluso superiores a los obtenidas en la experiencia A-2 (bagazo de cerveza-germen de garrofin), aunque el aumento de peso por rata y día es sensiblemente semejante, no podemos enjuiciar definitivamente el interés económico de esta mezcla, ya que su elevado precio es debido a la gran cantidad de harina de bellota desengrasada que contiene, lo cual, a su vez, supone un ahorro en cuanto al aporte hidrocarbonado que no hemos valorado en este trabajo.

El hecho de que la mezcla bagazo de cerveza-bellota desengrasada-germen de garrofin empleada en la experiencia B, indica claramente el gran valor complementario del bagazo de cereveda.

En cuanto al valor relativo de los distintos índices de calidad proteica empleados, y partiendo de la base de que la nutrición es el provecho real que el animal obtiene del alimento,

TABLA 5-1

RESUMEN DE LOS INDICES QUIMICOS Y BIOLOGICOS

<i>Dieta</i>	<i>Incremento de peso</i>	<i>CDA</i>	<i>CDV</i>	<i>NPU</i>	<i>Chemical Score</i>	<i>M.E.A.A.</i>		
T	12,23	1,50	87,1	94,8	74,3	70,4	50,8	69,2
Bagazo	9,98	1,40	70,8	70,8	70,3	53,5	59,7	84,9
A-1	11,50	2,60	75,6	84,0	80,6	67,7	(1)	(1)
A-2	9,76	1,55	75,2	77,8	70,1	54,8	62,0	78,4
B	8,90	0,70	49,7	56,9	81,8	46,4	54,4	72,8
C	10,29	1,59	69,9	75,8	79,6	60,3	62,8	76,3

(1) En la dieta original, igual que en la A-2.

T, Garrofin; A-1 y A-2, Bagazo-garrofin; B, Bellota-garrofin; C, Bellota bagazo-garrofin.

TABLA 5-2

EXPERIENCIAS

	<i>A-1</i>	<i>A-2</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>T</i>	<i>Bagazo</i>
Alimento ingerido por rata y día	11,29	9,76	8,90	10,29	12,23	9,98
Precio del alimento para 100 g de dieta.	0,137	0,137	0,425	0,311	0,21	0,13
Precio del alimento ingerido/rata y día.	0,16	0,12	0,38	0,32	0,21	0,13
Proteína ingerida/rata y día	1,31	1,18	1,01	1,45	1,44	1,05
N. P. U.	67,71	54,8	46,48	60,31	70,40	53,51
Proteína retenida por rata y día	0,88	0,65	0,47	0,87	0,91	0,56
Precio de 100 g de aumento de peso ...	18,18	18,46	80,85	36,78	23,08	23,21

Los datos de este cuadro sólo tienen valor relativo y su única utilidad es la de establecer comparaciones exclusivamente entre los valores aquí indicados.

hemos de concluir que los índices químicos son insuficientes para predecir la calidad proteica de los productos ensayados y de hecho no son fácilmente correlacionables con los índices biológicos. Creemos que estas diferencias pueden explicarse teniendo en cuenta que lo importante de una proteína no es sólo su aminograma, sino las fracciones de cada aminoácido que son realmente disponibles para el metabolismo animal, y este último factor, realmente decisivo, no afecta a los índices químicos empleados, pero sí, naturalmente, a los biológicos.

RESUMEN

Se estudia en ratas el valor nutritivo de la proteína de: germen de garrofin y de mezclas de germen de garrofin y bagazo de cerveza, germen de garrofin, harina de bellota desengrasada y bagazo de cerveza; y germen de garrofin y harina de bellota desengrasada. Para valorar la calidad proteica empleamos índices químicos, obtenidos a partir del aminograma de cada proteína, han sido: Chemical Score y M.E.A.A. Los índices biológicos han sido C.D.A., V.B., N.P.U. y aumento de peso. El aspecto económico de la formulación de las mezclas proteicas a partir de los citados subproductos se ha analizado brevemente, concentrado en los conceptos: precio de la mezcla de subproductos para 100 g de dieta y costo de 100 g de aumento de peso en los animales.

Todas las experiencias biológicas se realizaron utilizando lotes de 10 ratas en crecimiento alojadas en células individuales de metabolismo en una cámara termoregulada.

BIBLIOGRAFIA

- 1.—ABRAMS, J. T.: *Nutrición Animal y Dietética Veterinaria*, Zaragoza, 1965.
- 2.—HANDZIC, R.: *Veterinaria*, Sarajevo, 13, 485-490, 1964. Tomado del *Nutr. Abs. Rev.*, vol. 36.
- 3.—LUQUE, J. A., y MURILLO, A.: *Rev. Nutr. Animal*, 9, 3, 1971.
- 4.—MEDINA, M., y APARICIO, J. B.: *Rev. Nutr. Animal*, 3, 258, 1965.
- 5.—MITCHELL, H. H.: *Symposium on Methods for the evaluation of nutritional adequacy and Status*, 13, Nat. Res. Council, Washington, D.C., 1954.
- 6.—MOOR, S. J.: *Biol. Chem.*, 238, 1, 235, 1963.
- 7.—MOOR, S., y STEIN, W. H.: *J. Biol. Chem.*, 163, 599, 1946. Tomado del *Nutr. Abs. Rev.*, vol. 39.
- 8.—MOULI, G., y M3ZZIOTTI DI CELSO, P.: *Ann. Ist. Sper. Zootec. Roma*, 7, 521-539, 1960. Tomado del *Nutr. Abs. Rev.*, vol. 35.
- 9.—REVUELTA, L.: *Bromatología Zootecnia y Alimentación Animal*, 2.ª edición, Madrid, 1963.
- 10.—SALGUEIRO, V., y VIERA DE CASTRO, L.: *Bol. Pecuár.*, 34, 3, 221-230, 1966.

- 11.—SCHNEIDER, B. H.: Feeds of the Worl. Their digestibility and composition. West Virginia University, Morganlown, 1947.
- 12.—SCHRAM, C. S.: Anal. Chem. Acta, 9, 149, 1953.
- 13.—SLESAREW, I. K., e IKUNKOVA, J. S.: Vestn. Selskhoz. Nauči. N.º 2, 81-88, 1962. Tomado del Nutr. Abs. Rev., vol. 32.
- 14.—TURCHETTO, E., y LUPI, M. P. C.: Boll. Soc. Ital. Biol. spar 44, 2252-2256, 1968. Tomado del Nutr. Abs. Rev., vol. 40.
- 15.—ZORITA y ARIAS: Rev. Nutr. Animal, 3, 105, 1965.