

Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo.

Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos

LUIZ G. ELIAS¹ y RICARDO BRESSANI²

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

RESUMEN

Se estudió el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro suplementado y complementado con los concentrados proteínicos siguientes: harina de pescado y harinas de semilla de algodón, de soya y de ajonjolí, así como levadura torula.

Los estudios de suplementación indicaron un efecto benéfico de la utilización de la proteína al agregar al granillo de trigo oscuro diferentes niveles de harinas de pescado, de soya y de algodón, así como de levadura torula. Se comentan los resultados y se sugiere que la mejora observada en el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro se debe principalmente a un incremento en la cantidad de la proteína en las dietas.

En cuanto a los ensayos de complementación, los resultados revelaron una asociación provechosa entre el granillo de trigo oscuro y la harina de soya. En el caso de la harina de semilla de algodón y de la harina de ajonjolí completa no se observó ninguna mejora en el valor nutritivo del granillo de trigo oscuro. En lo referente a estos últimos estudios, los resultados son discutidos en base al contenido y a la disponibilidad de los aminoácidos de los diferentes materiales investigados.

A partir de los resultados de suplementación y complementación con proteínas consideradas como fuentes adecuadas o buenas de lisina, se concluye que el granillo de trigo oscuro es un material apropiado para la suplementación de cereales.

1 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

2 Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-659.

Recibido: 15-8-1972.

INTRODUCCION

Una de las causas de la baja disponibilidad de alimentos en los países en vías de desarrollo es la utilización deficiente de sus recursos naturales. Ello se debe, por una parte, a la falta de una investigación sistemática de esos recursos, y por la otra, al desarrollo insuficiente de una tecnología apropiada que permita llevar a la práctica tales conocimientos.

Entre otros, los subproductos derivados de la industria de los cereales ofrecen grandes posibilidades de utilización en la alimentación humana, siempre y cuando sus propiedades químico-nutricionales y características funcionales sean estudiadas debidamente. En el primer trabajo de esta serie de estudios (1), se trató de determinar el valor nutritivo del granillo de trigo, y conocer también sus deficiencias en aminoácidos esenciales, a través de ensayos de suplementación con aminoácidos sintéticos.

El objetivo de este segundo estudio fue investigar el efecto suplementario y complementario de varios concentrados proteínicos de origen animal o vegetal, sobre el valor nutritivo del granillo de trigo.

MATERIALES Y METODOS

El granillo de trigo usado en el presente caso se obtuvo de molinos de trigo que operan en la ciudad de Guatemala, el cual se almacenó en un cuarto refrigerado hasta el momento de practicar los análisis químicos y las pruebas biológicas correspondientes. La caracterización química y biológica de este material fue descrita anteriormente (1, 2).

Para los ensayos biológicos se usaron ratas jóvenes de 21 días de edad, de raza Wistar, provenientes de la colonia animal del INCAP, integrándose varios grupos experimentales constituido cada uno por 8 animales en igual número y de ambos sexos. El agua y la comida fueron ofrecidos *ad libitum* por un período de 28 días: la ganancia ponderal y la ingesta de alimentos fueron registrados semanalmente con el objeto de calcular la eficiencia proteínica de las diferentes dietas experimentales al término del estudio.

Todas las muestras fueron analizadas por su contenido de nitrógeno, según el método de la AOAC (3). Los concentrados

proteínicos utilizados fueron los siguientes: harinas de pescado, de semilla de algodón, de soya y de ajonjolí, así como levadura torula.

Estudios de Suplementación

La dieta basal empleada en los estudios de suplementación contenía alrededor de 10% de proteína proveniente del granillo de trigo y, además, en términos de porcentaje, los siguientes ingredientes: minerales Hegsted, 4.0 (4); aceite de semilla de algodón, 5.0; aceite de hígado de bacalao, 1.0; solución de vitaminas, 5 ml/100 g (5), y almidón de maíz en cantidades suficientes para completar 100 gramos de dieta.

La suplementación de los diferentes concentrados proteínicos se llevó a cabo agregando a la dieta basal, niveles crecientes de éstos con variaciones de 0 a 10% para la harina de pescado³, 0 a 12% para las harinas de semilla de algodón⁴ y de soya,⁵ y de 0 a 14% para la levadura torula.⁶ El contenido de proteína, lisina y metionina de los distintos concentrados proteínicos usados, se da a conocer en el Cuadro No. 1. En la mayoría de los experimentos se usaron como controles una o varias dietas con niveles de proteína semejantes a los obtenidos mediante el agregado de los concentrados proteínicos.

Por otro lado, como parámetro adicional se calculó el índice de proteína utilizable, cuyo valor se obtiene a partir del valor nutritivo relativo de la dieta, usando caseína como patrón de referencia. Las fórmulas utilizadas para estos cálculos se describen seguidamente:

Valor nutritivo de la dieta en relación a la caseína

$$= \frac{\text{PER de la dieta} \times 75 (1),}{2.50} \text{ en donde,}$$

75 = Utilización neta de la proteína (UNP) de la caseína;

2.50 = PER de la caseína

$$\text{Proteína utilizable} = \frac{\text{UNP de la dieta} \times \% \text{ de proteína en la dieta}}{100}$$

³ Vlobin Corporation, Monticello, Ill., E. U. A.

⁴ Borgonovo Hnos., Zacatecoluca, El Salvador.

⁵ General Mills, Minneapolis, Minn., E. U. A.

⁶ Lake State Yeast Corp., Rhinelander, Wisconsin, E. U. A.

CUADRO N° 1
CONTENIDO DE PROTEINA, LISINA Y METIONINA DE LOS CON-
CENTRADOS PROTEINICOS USADOS COMO SUPLEMENTOS AL
GRANILLO DE TRIGO

Suplemento	Proteína %	Lisina	Metionina
		g/16 g N	g N
Harina de pescado (18)	82.5	9.71	2.66
Harina de algodón (19)	50.2	3.45*	2.16**
Harina de soya (18)	50.0	6.32	3.12**
Harina completa de ajonjolí (18)	19.3	3.02	5.86**
Levadura torula (18)	50.0	8.00	2.20**
Granillo de trigo (20)	19.0	4.34	1.62

* Lisina libre.

** Metionina + cistina.

Estudios de Complementación

En estos experimentos se estudió el valor complementario entre el granillo de trigo y los siguientes concentrados proteínicos: harinas de semilla de algodón, soya, y de ajonjolí completa. Para este propósito, en cada caso se preparó una serie de dietas en las que el nivel proteínico se mantuvo a 10%, aproximadamente. En una de las dietas la proteína provenía en su totalidad del concentrado proteínico, y en otra, del granillo de trigo, mientras que las restantes contenían cantidades proporcionales de las dos fuentes de proteína, pero con el mismo contenido total de proteínas.

RESULTADOS

Los datos resultantes de la suplementación del granillo de trigo oscuro con harina de pescado, se detallan en el Cuadro No. 2. Según se observa, el agregado creciente de la harina de pescado a la dieta de granillo produjo un aumento en la ganancia ponderal de los animales. Sin embargo, la eficiencia proteínica de las dietas disminuyó a medida que se aumentaba el nivel

CUADRO Nº 2
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE PESCADO

% de protefna en la dieta	<u>Distribución por peso en la dieta</u>			Ganancia de peso*	Eficiencia protefnica	Protefna utilizable %
	Granillo de trigo	Harina de pescado g	Gluten de trigo g			
13.6	59.00	---	---	124 $\pm$ 5.7**	2.03 $\pm$ 0.07**	8.31
14.2	59.00	2	---	142 $\pm$ 6.8	2.14 $\pm$ 0.05	9.07
15.1	59.00	4	---	152 $\pm$ 7.2	2.05 $\pm$ 0.07	9.29
16.8	59.00	6	---	150 $\pm$ 9.3	1.82 $\pm$ 0.06	9.17
17.9	59.00	8	---	156 $\pm$ 9.2	1.82 $\pm$ 0.07	9.77
19.4	59.00	10	---	154 $\pm$ 9.0	1.66 $\pm$ 0.07	9.66
12.7	59.00	---	1.50	120 $\pm$ 3.7	2.08 $\pm$ 0.03	7.92
15.9	59.00	---	4.50	130 $\pm$ 6.7	1.78 $\pm$ 0.04	8.45
19.1	59.00	---	7.50	138 $\pm$ 7.2	1.54 $\pm$ 0.04	8.82

* Peso inicial: 52 gramos.

** Error Stándard.

CUADRO Nº 3
EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE SEMILLA DE ALGODON

% de proteina en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica	Proteína utilizable %
	Granillo de trigo g	Harina de algodón g			
11.24	52.60	---	112 ± 4.2**	2.36 ± 0.04**	7.96
12.09	52.60	2.00	98 ± 5.0	2.14 ± 0.07	7.72
13.11	52.60	4.00	118 ± 4.8	2.11 ± 0.04	8.30
14.41	52.60	6.00	123 ± 4.6	2.06 ± 0.04	8.86
15.05	52.60	8.00	124 ± 6.8	1.93 ± 0.07	8.67
15.50	52.60	10.00	138 ± 7.7	2.03 ± 0.07	9.39
16.66	52.60	12.00	119 ± 7.4	1.97 ± 0.13	9.85
11.00	----	22.00	102 ± 7.6	2.46 ± 0.07	8.13
12.00	----	24.00	113 ± 4.3	2.36 ± 0.07	8.50
13.00	----	26.00	127 ± 3.0	2.36 ± 0.03	9.20
14.00	----	28.00	137 ± 7.8	2.26 ± 0.06	9.49
15.00	----	30.00	143 ± 6.8	2.16 ± 0.05	9.72
16.00	----	32.00	150 ± 9.7	2.19 ± 0.09	10.51

* Peso inicial: 46 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO Nº 4
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO CON HARINA DE SOYA

% de proteína en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica	Proteína utilizable %
	Granillo de trigo g	Harina de soya g			
9.63	59.00	----	117 ± 4.0**	2.80 ± 0.08**	8.06
10.50	59.00	2.00	128 ± 6.1	2.74 ± 0.10	8.63
11.70	59.00	4.00	139 ± 12.8	2.55 ± 0.13	8.95
12.11	59.00	6.00	140 ± 9.8	2.50 ± 0.11	9.08
13.36	59.00	8.00	142 ± 12.7	2.23 ± 0.10	8.94
15.01	59.00	10.00	145 ± 9.6	2.03 ± 0.08	9.14
15.30	59.00	12.00	149 ± 12.5	2.10 ± 0.10	9.64
11.23	-----	22.00	124 ± 7.9	2.42 ± 0.08	8.15
11.56	-----	24.00	130 ± 9.2	2.43 ± 0.10	8.43
12.84	-----	26.00	126 ± 6.9	2.21 ± 0.05	8.51
14.00	-----	28.00	137 ± 10.1	2.13 ± 0.10	8.95
15.00	-----	30.00	141 ± 15.2	2.11 ± 0.09	9.49
16.00	-----	32.00	145 ± 13.6	2.05 ± 0.12	9.84

* Peso inicial: 43 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO Nº 5
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DEL GRANILLO DE TRIGO
OSCURO CON LEVADURA TORULA

% de proteína en la dieta	Distribución por peso en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica	Proteína utilizable %
	Granillo de trigo g	Levadura torula g			
10.7	52.60	----	87 ± 8.2**	2.13 ± 0.07**	6.84
11.2	52.60	2.00	106 ± 5.8	2.25 ± 0.05	7.56
11.9	52.60	4.00	113 ± 6.1	2.44 ± 0.05	8.71
13.1	52.60	6.00	131 ± 6.1	2.34 ± 0.05	9.20
13.8	52.60	8.00	135 ± 6.9	2.37 ± 0.06	9.81
14.7	52.60	10.00	139 ± 6.7	2.20 ± 0.07	9.70
15.7	52.60	12.00	145 ± 7.9	2.11 ± 0.07	9.94
16.6	52.60	14.00	138 ± 9.9	2.07 ± 0.07	10.31

* Peso inicial: 46 gramos.

** Error Estándar.

de harina de pescado adicionada. Las dietas en las que el nivel proteínico se elevó con la adición de gluten de trigo, se tradujeron en menores ganancias de peso y menores índices de eficiencia proteínica (PER), en contraste con aquellas suplementadas con harina de pescado, a un mismo nivel proteínico, y ligeramente superiores en cuanto a incremento en peso comparado con el que acusó el grupo control cuyas dietas no fueron suplementadas. Los valores de proteína utilizable revelaron una mayor utilización de las dietas suplementadas con harina de pescado, alcanzando éstas un punto máximo con el nivel de 8% de este concentrado proteínico. En comparación con los grupos control, cuyas dietas fueron suplementadas con gluten de trigo, dichos valores fueron superiores.

La adición de harina de semilla de algodón al granillo de trigo no indujo ningún mejoramiento significativo en los parámetros medidos. No obstante, según se aprecia en el Cuadro No. 3, sí se constató cierta tendencia a mayor ganancia ponderal y mejores índices de proteína utilizable en los grupos suplementados con 6, 8 y 10% de harina de algodón.

Los valores más altos en lo concerniente a incremento en peso, PER y proteína utilizable, fueron obtenidos en los gru-

pos alimentados con niveles proteínicos crecientes de harina de algodón.

En el Cuadro No. 4 se dan a conocer los resultados de la suplementación con harina de soya. De nuevo, en este caso también se observa que a medida que el nivel suplementario de la harina de soya se eleva, los animales acusaron un aumento gradual en peso. Con la dieta control se obtuvo una ganancia ponderal de 117 g, en contraste con 149 g de aumento obtenido con la dieta suplementada con 12% de harina de soya y un índice de proteína utilizable de 9.64. Como en el caso de la harina de pescado, el PER disminuyó a medida que el nivel suplementario de la harina de soya aumentaba. Según indican los diferentes parámetros medidos, los resultados que se obtuvieron con los grupos alimentados con las dietas que contenían niveles proteínicos semejantes de harina de soya, fueron similares.

El valor suplementario de la levadura torula en las dietas con proteínas de granillo de trigo se aprecia en el Cuadro No. 5. En este caso, tanto la ganancia, ponderal como el PER y la proteína utilizable, fueron mejores. La dieta control produjo un incremento en peso de 87 g y una eficiencia proteínica de 2.16; el mejor PER, de 2.45, se obtuvo con el agregado de 4% de torula. En lo que a la ganancia de peso se refiere, ésta siguió un ritmo paralelo a los niveles de torula agregados; el nivel de 12% indujo un valor de 145 gramos.

El Cuadro No. 6 compendia los resultados obtenidos al complementar las proteínas del granillo con proteínas de harina de semilla de algodón. Tal y como se observa, la combinación de estas dos proteínas no produjo mejoría alguna, ya que tanto el aumento en peso como la eficiencia proteínica se mantuvieron prácticamente iguales con cualesquiera de las combinaciones estudiadas.

El efecto complementario observado entre las proteínas de la harina de soya y del granillo, se aprecia en el Cuadro No. 7. En este caso, los datos indican que la mejor combinación es la de 40% de proteínas de granillo y 60% de proteínas de harina de soya. A este nivel, la ganancia ponderal fue de 106 g y el PER de 2.19, mientras que para la dieta cuyas proteínas provenían solo del granillo, esos valores fueron de 67 y 187 g, respectivamente.

Los resultados de complementar las proteínas del granillo con las de la harina de ajonjolí completa se detallan en el Cuadro No. 8. Según indican los datos, la complementación de estas dos proteínas no indujo ningún incremento en cuanto a ganancia en peso ni en lo referente a eficiencia proteínica. Por el contrario, se observó cierto descenso en estos dos parámetros a medida que las proteínas de la harina de ajonjolí completa reemplazaban las del granillo. La dieta a base de granillo se tradujo en una mejor eficiencia proteínica y una mayor ganancia ponderal, en comparación con la dieta a base de la harina de ajonjolí completa.

DISCUSION

Los resultados obtenidos al suplementar el granillo de trigo con los diversos concentrados proteínicos citados pueden explicarse a partir de dos factores fundamentales que influyen los parámetros utilizados en la presente investigación. Estos son: el contenido y la disponibilidad de aminoácidos del concentrado proteínico agregado, y el nivel proteínico de las diferentes dietas experimentales empleadas.

En un estudio previo (1) se encontró que el granillo de trigo oscuro es deficiente en los aminoácidos siguientes: metionina, treonina, valina y triptofano, en ese orden. De esta manera, la mejor ganancia en peso observada en los grupos de ratas cuya dieta fue suplementada con harina de pescado y harina de soya, se debió, en estos casos, al mayor nivel de proteínas en las dietas, y no a una corrección de la deficiencia de metionina, ya que ni la harina de pescado ni la de soya se consideran buenas fuentes de estos aminoácidos, aunque sí lo son de lisina (6-9).

Los menores índices de eficiencia proteínica obtenidos a medida que se aumentaba el nivel de harina de pescado usada como suplemento, reflejan evidencia adicional a este respecto. Por otro lado, es un hecho reconocido que entre la eficiencia proteínica y el nivel proteínico de la dieta existe una relación inversa (10). Los índices de proteína utilizable obtenidos en los estudios de suplementación fueron calculados con el propósito de eliminar el efecto del nivel proteínico sobre el PER. Estos valores indican que el efecto benéfico del agregado de harina de pescado y de harina de soya al granillo de trigo lo

CUADRO Nº 6
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE SEMILLA DE ALGODON

% de proteína en la dieta	% de distribución pro- teínica en la dieta		Distribución pro- teínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso*	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de algodón	Granillo de trigo %	Harina de algodón %	Granillo de trigo g	Harina de algodón g		
11.4	100	0	11.40	---	52.60	---	103 $\pm$ 4.7**	2.11 $\pm$ 0.03**
11.8	80	20	9.44	2.36	42.10	4.00	103 $\pm$ 6.5	2.08 $\pm$ 0.05
11.5	60	40	6.90	4.60	31.60	8.00	96 $\pm$ 5.2	2.00 $\pm$ 0.06
11.2	50	50	5.60	5.60	26.30	10.00	100 $\pm$ 7.3	2.14 $\pm$ 0.07
11.2	40	60	4.48	6.72	21.00	12.00	98 $\pm$ 3.6	2.10 $\pm$ 0.03
12.4	20	80	2.48	9.92	10.50	16.00	105 $\pm$ 9.2	1.96 $\pm$ 0.09
12.4	0	100	---	12.40	---	20.00	92 $\pm$ 5.7	2.01 $\pm$ 0.05

* Peso inicial: 50 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO Nº 7
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE SOYA

% de proteína en la dieta	% de distribución pro- teínica en la dieta		Distribución pro- teínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso*	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de soya	Granillo de trigo %	Harina de soya %	Granillo de trigo g	Harina de soya g		
10.6	100	0	10.6	---	52.60	0	67 ± 5.7**	1.86 ± 0.10**
11.8	80	20	9.4	2.36	42.10	4.0	86 ± 6.3	1.95 ± 0.04
11.8	60	40	7.1	4.72	31.60	8.0	97 ± 4.4	2.11 ± 0.07
11.4	50	50	5.7	5.70	26.3	10.0	101 ± 3.3	2.20 ± 0.04
11.9	40	60	4.8	7.14	21.0	12.0	106 ± 7.0	2.18 ± 0.07
11.5	20	80	2.3	9.20	10.5	16.0	100 ± 4.9	2.16 ± 0.06
10.9	---	100	---	10.90	---	20.0	93 ± 5.9	2.41 ± 0.09

* Peso inicial: 48 gramos.

** Error Estándar.

CUADRO Nº 8
EFFECTO DE LA COMPLEMENTACION ENTRE LAS PROTEINAS DEL GRANILLO DE TRIGO OSCURO Y DE LA HARINA DE AJONJOLI COMPLETA

% de proteína en la dieta	% de distribución proteínica en la dieta		Distribución proteínica en la dieta		Distribución ponderal en la dieta		Ganancia de peso *	Eficiencia proteínica
	Granillo de trigo	Harina de ajonjolí	Granillo de trigo %	Harina de ajonjolí %	Granillo de trigo g	Harina de ajonjolí g		
10.6	100	0	10.60	----	52.60	----	49 ± 4.2 **	1.91 ± 0.09 **
12.7	80	20	10.16	2.54	42.10	10.00	48 ± 4.0	1.62 ± 0.09
12.0	60	40	7.20	4.80	31.60	20.00	50 ± 2.6	1.68 ± 0.05
11.8	50	50	5.90	5.90	26.30	25.00	52 ± 3.3	1.68 ± 0.08
11.5	40	60	4.60	6.90	21.00	30.00	46 ± 4.8	1.65 ± 0.11
11.5	20	80	2.30	9.20	10.50	40.00	38 ± 3.4	1.44 ± 0.07
12.5	0	100	----	12.50	-----	50.00	33 ± 2.07	1.39 ± 0.08

* Peso inicial: 47 gramos.

** Error Estándar.

ejercen aportando una mayor cantidad de proteínas a la dieta, ya que como lo indican los valores del PER, no se obtiene ninguna mejoría en cuanto a calidad proteínica. Este efecto también puede apreciarse en los animales alimentados con las dietas que contenían una mayor cantidad de proteínas provenientes del gluten de trigo y de la harina de soya, respectivamente.

Los resultados que se obtuvieron al usarse harina de algodón como suplemento también pueden explicarse en base a su contenido de aminoácidos. Ello es factible, puesto que es un hecho de conocimiento general que este concentrado proteínico es deficiente en lisina, metionina y posiblemente en treonina (11), y según se señaló antes, el granillo de trigo oscuro también es deficiente en estos dos últimos aminoácidos.

El mayor incremento ponderal que acusaron los grupos de ratas suplementadas con levadura torula, no pueden explicarse tan solo a partir de un mayor contenido proteínico en las dietas, ya que en este caso, hasta con el agregado del suplemento al nivel de 8% se observó un aumento en la eficiencia proteínica. Bien puede ser que este incremento sea reflejo de un mejor balance global de los aminoácidos en las dietas y no el resultado de la corrección de la deficiencia, puesto que el aporte de metionina de la torula sería muy bajo, siendo este concentrado deficiente, en primer grado, en este aminoácido (12).

Los hallazgos referentes a los estudios de complementación proteínica pueden interpretarse en base al beneficio mutuo que las proteínas adquieren a través de la corrección de sus deficiencias en aminoácidos, así como porque a través de esta medida se logra un mejor balance total.

Los resultados de complementar las proteínas del granillo de trigo oscuro con las de la harina de semilla de algodón, indican que la falta de complementación entre estas proteínas se debe en parte a la deficiencia común de metionina de que adolecen las dos proteínas estudiadas.

En el caso de la complementación con harina de soya, la tendencia hacia un mayor incremento ponderal a medida que la soya sustituye el granillo, que se observó durante el estudio, puede haberse debido a un mejor balance de aminoácidos resultante de las combinaciones proteínicas, en comparación con el que acusan una y otra proteína consideradas individualmente.

Es posible también que esa mejoría se haya debido a que la deficiencia de metionina en el granillo de trigo sea de mayor magnitud que en la harina de soya. Esto explicaría el efecto benéfico que se observó al remplazar el granillo de trigo por la harina de soya.

La falta de complementación con la harina de ajonjolí completa —a pesar de ser ésta buena fuente de metionina (6, 13)— se debe posiblemente a que el ajonjolí se usó con su contenido total de grasa, lo que en términos de porcentaje del material, se traduce en una menor cantidad de metionina.

Además de que en este estudio se utilizaron como base dos métodos de evaluación proteínica ya conocidos (7), es de interés tener en cuenta que este índice puede ser influenciado por el patrón de aminoácidos resultante de la combinación de dos proteínas o más. Por otra parte, este patrón puede estar regido no solo por el grado de deficiencia del aminoácido o aminoácidos limitantes, sino también por el balance global de éstos entre las proteínas que se desea suplementar o complementar. Ello explica ciertas discrepancias que se observaron al lograr un efecto complementario positivo en calidad proteínica entre dos proteínas que adolecen de la deficiencia común de un aminoácido, pero en cuya asociación se llega a un punto en el que se alcanza un mejor balance global de aminoácidos que en las proteínas a nivel individual.

Los resultados obtenidos en el trabajo aquí descrito, así como en estudios anteriores (1, 14), sugieren que desde el punto de vista nutricional, el granillo de trigo oscuro constituye un material apropiado para la suplementación de los cereales, en los que, por lo general, la lisina es el aminoácido que ocupa el primer lugar como deficiente (15-17), siempre y cuando el material sea estandarizado en su procesamiento industrial. Por otro lado, desde el ángulo económico, la utilización de este subproducto de la molienda de trigo sería ventajosa, ya que su precio en el mercado compara favorablemente con el del maíz. Finalmente, con base en estos estudios podrían formularse raciones para animales, las que ayudarían a que los hallazgos de estos trabajos materializasen, traduciéndose en logros positivos en el campo práctico.

SUMMARY

Protein Value of By-Products of the Wheat Industry
II. Complementation and Supplementation of Wheat-Shorts with
Protein Concentrates

The present report summarizes biological studies on the nutritive value of wheat-shorts, supplemented or complemented with the following protein concentrates: fish protein concentrate, cottonseed, soybean and sesame flours, as well as Torula yeast.

The results of the studies where wheat-shorts were supplemented with increasing levels of fish protein concentrate, soybean and cottonseed flours, and Torula yeast, revealed an improvement in utilizable protein. These findings were interpreted to mean that the improvement in quality of the wheat-shorts was due to an increase in total dietary protein.

The results of protein complementation suggested a beneficial association in nutritive value between dark wheat-shorts and soybean flour. No improvement was observed when wheat-shorts were complemented with cottonseed nor with sesame flours. These findings were interpreted in terms of the limiting amino acids in the respective proteins, as well as in terms of the availability of the amino acids.

From the results of the supplementation and complementation studies carried out with proteins considered to be adequate or good sources of lysine, it was concluded that wheat-shorts could be good supplements for cereal grains.

BIBLIOGRAFIA

1. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. I. Composición química y suplementación del granillo de trigo con amino-ácidos. Arch. Latinoamer. Nutr., 20: 403-414, 1970.
2. Elías, L. G. & R. Bressani. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. Turrialba, 20: 166-170, 1970.
3. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965.
4. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. J. Biol. Chem., 138: 459-466, 1941.
5. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. J. Biol. Chem., 202: 91-96, 1953.
6. Almquist, H. J. & C. R. Grau. Mutual supplementary effect of the proteins of soybean and sesame meals. Poultry Sci., 23: 341-343, 1944.
7. Bressani, R. & L. G. Elías. Processed vegetable protein mixtures for human consumption in developing countries. En: Advances in Food Research (Vol. 16). C. O. Chichester, E. M. Mrak & G. F. Stewart (Eds.) New York, Academic Press Ins., 1968, p. 1-103.

8. Carpenter, K. J. The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem. J.*, 77: 604-610, 1960.
9. Smith, R. E. & H. M. Scott. Biological evaluation of fish meal proteins as sources of amino acids for the growing chick. *Poultry Sci.*, 44: 394-400, 1965.
10. Braham, J. E., L. G. Elías, S. de Zaghi & R. Bressani. Effect of protein level and duration of test on carcass composition, net protein utilization (NPU) and on protein efficiency ratio (PER). *Nutr. Dieta*, 9: 99-111, 1967.
11. Elías, L. G. & R. Bressani. Amino acid and protein supplementation of defatted cottonseed flour. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 21: 149-167, 1971.
12. Elías, L. G. & R. Bressani. Valor nutritivo de la proteína de la levadura *torula* y como complemento de concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 20: 135-149, 1970.
13. Grau, C. R. & H. J. Almquist. Sesame protein in chick diets. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 57: 187-189, 1944.
14. Cane, N. A. G., J. D. Summers, S. J. Slinger & G. C. Ashton. The nutritional value of wheat milling by-products for the growing chick. II. Evaluation of protein. *Cereal Chem.*, 42: 533-538, 1965.
15. Elías, L. G., R. Jarquín, R. Bressani & C. Albertazzi. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 27-38, 1968.
16. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18: 123-134, 1968.
17. Bressani, R. & L. G. Elías. Suplementación de la avena con aminoácidos. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 17: 149-163, 1967.
18. Orr, M. L. & B. K. Watt. Amino acid content of foods. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1957, 41 p. (Home Economics Research Report N° 4).
19. Bressani, R., L. G. Elías, S. de Zaghi, L. Mosovich & F. Viteri. The protein quality of cottonseed protein concentrate prepared by two industrial processes. *J. Agric. Food Chem.*, 14: 493-496, 1966.
20. Hepburn, F. N., W. K. Calhoun & W. B. Bradley. The distribution of the amino acids of wheat in commercial mill products. *Cereal Chem.*, 37: 749-755, 1960.