

EVALUACION NUTRICIONAL DE LA SUSTITUCION DE LA HARINA DE SOYA Y SORGO POR HARINA DE FRIJOL CAUPI CRUDO (*Vigna sinensis*)¹

***Marco Tulio Cabezas², Baltazar Cuevas³, Beatriz Murillo²,
Luiz G. Elias² y Ricardo Bressani⁴***

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

RÉSUMEN

En el primer experimento del estudio descrito se determinó, en ratas, el índice de eficiencia proteínica (PER) de diferentes combinaciones de las proteínas de sorgo con las de frijol caupí crudo, o de la harina de soya. De acuerdo a los resultados, los valores máximos de PER se lograron cuando la proteína de cada alimento suministraba el 50% del total, tanto para caupí como

-
- 1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de las Subvenciones Nos. PN-740 de la Research Corporation, N. Y., y PN-311 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá.
 - 2 Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP, Guatemala.
 3. Becario del Curso de Postgrado en Ciencias de Alimentos y Nutrición Animal, Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP.
 - 4 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

para la harina de soya. Los valores de PER fueron ligeramente inferiores en el caso de la combinación de caupí:sorgo que para soya:sorgo.

En el segundo estudio, realizado con pollos, se seleccionaron las mezclas sorgo:harina de soya en la proporción, por peso, de 75:25, y de sorgo:caupí, de 45:55; las mezclas fueron combinadas en diferentes proporciones de manera que una sustituyó a la otra en los niveles de 0, 20, 40, 60, 80 y 100%. Los resultados indicaron que conforme el caupí crudo en la dieta aumentaba, el consumo de alimento también aumentaba y la ganancia de peso disminuía, resultando en una menor conversión alimenticia.

Finalmente, en un tercer estudio, realizado también con pollos, se utilizaron las mismas mezclas basales del segundo ensayo en pollos; sin embargo, una sustituyó a la otra en niveles de 0, 25, 50, 75 y 100%. Las dietas experimentales de este tercer experimento se prepararon en dos lotes, uno de los cuales fue suplementado con 0.2% de DL-metionina. Al sustituir la mezcla de sorgo:soya por la de sorgo:caupí, se notó que la proteína cruda disminuía ligeramente, así como la energía metabolizable, efecto atribuido a una menor concentración de estos nutrientes en la mezcla de caupí:sorgo. Con las dietas sin suplemento de metionina se observó lo mismo que para el segundo experimento, o sea que el consumo aumentó, con menores incrementos en el peso de las aves y una menor conversión alimenticia. Lo mismo ocurrió con las dietas suplementadas con metionina; no obstante, los aumentos de peso fueron mayores, con mejores conversiones alimenticias.

El efecto adverso del caupí, en lo que a las ganancias de peso se refiere, se manifestó principalmente en la primera semana de alimentación. La suplementación con DL-metionina aumentó ($P < 0.01$) las ganancias ponderales de los pollos alimentados con las dietas que contenían caupí y fueron iguales ($P < 0.01$) a las inducidas por la harina de soya, pero con una conversión alimenticia menos eficiente. El efecto adverso del caupí en la primera semana de alimentación se redujo en su mayor parte por la DL-metionina suplementada. Ese efecto puede atribuirse a los compuestos antifisiológicos del caupí.

INTRODUCCION

Los conocimientos del valor nutritivo del frijol caupí (*Vigna sinensis*) para aves de corral es muy limitado, pero se ha demostrado que esta leguminosa de grano constituye una fuente potencial de proteína, lisina y energía, que podría ser empleada para sustituir parcial o totalmente a la harina de soya en dietas balanceadas para pollos de engorde (1-3). Esta leguminosa de grano tiene un bajo contenido de inhibidores tripticos (4, 5), lo que permitiría su empleo en forma cruda, sin más proceso que la molienda. Se sabe

también que su proteína es deficiente en metionina (6, 7).

Un alimento que se emplea en dietas para aves como fuente energética principal, en sustitución del maíz, es el grano del sorgo (*Sorghum sp.*), cuyo cultivo ha recibido considerable atención durante los últimos años por parte de agricultores y centros de investigación del área.

El trabajo que aquí se describe se llevó a cabo con el objeto de establecer la eficiencia con la que el frijol caupí crudo puede sustituir a la harina de soya en presencia del sorgo, en dietas para pollos de 5 a 10 semanas de edad, suplementadas o no suplementadas con DL-metionina.

MATERIALES Y METODOS

Las características de los alimentos evaluados fueron las siguientes: frijol caupí, variedad CENTA 105 de color negro, producido en El Salvador; sorgo, variedad "Guatecau" de bajo contenido de taninos (0.4%), producido en Guatemala, y harina de soya producida en los Estados Unidos de América por el método de prensa solvente.

El frijol caupí y el sorgo se molieron y pasaron a través de un tamiz malla No. 20, antes de ser incorporados en las dietas experimentales. La composición química proximal (8) de los tres alimentos se da a conocer en la Tabla 1.

TABLA 1

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE FRIJOL CAUPI, HARINA DE SOYA Y SORGO (g/100 g)

Componentes	Frijol caupí "CENTA 105"	Harina de soya	Sorgo "Guatecau"
Humedad	11.0	7.8	12.0
Proteína cruda	25.1	46.9	8.8
Extracto etéreo	1.7	1.9	2.0
Fibra cruda	4.4	4.0	2.0
Cenizas	2.3	5.2	1.8
Extracto libre de nitrógeno	55.5	34.2	73.4

Experimento No. 1: *Complementación de las proteínas del sorgo con las del frijol caupí o harina de soya*

Se prepararon ocho mezclas de sorgo con frijol caupí, y otras ocho mezclas de sorgo con harina de soya (Tablas 2 y 3) de tal forma que las proporciones de las proteínas de sorgo y frijol caupí o harina de soya fuesen las siguientes: 100:0, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 20:80 y 0:100. Estas mezclas constituyeron la única fuente de proteína de las dietas para ratas, que fueron suplementadas con 4.0% de una mezcla de minerales (9), 1% de aceite de hígado de bacalao, 5.0% de aceite de semilla de algodón, 5 ml de una solución de vitaminas (10), y un ajuste a 100% con almidón de maíz en los casos necesarios. Las dietas se formularon para que fueran isoproteínicas al nivel de 8%, debido a que éste fue el contenido de proteína de aquéllas en las que el sorgo proporcionó toda la proteína. Por cada grupo de mezclas se elaboró una dieta testigo a base de caseína, que suministraba también 8% de proteína. Los resultados de los análisis de las dietas según su contenido de proteína fueron superiores a los calculados, debido posiblemente al nitrógeno aportado por los otros ingredientes de las dietas.

El índice de eficiencia proteínica (PER) de cada dieta (ganancia de peso/proteína ingerida) se determinó alimentando a ocho ratas, cuatro hembras y cuatro machos, raza Wistar y de 21 días de edad, durante un período de 28 días.

Experimento No. 2: *Sustitución de la harina de soya por frijol caupí crudo en dieta para pollos*

Con base en los resultados del Experimento No. 1 y en los requerimientos proteínicos de polluelos de 5 a 10 semanas de edad (11), se seleccionaron las mezclas, por peso, de sorgo:harina de soya, de 75:25, y de sorgo:caupí, de 42.5:57.5. Por cálculo, estas mezclas contenían 18.3 y 18.2% de proteína, respectivamente. Las mezclas fueron combinadas en diferentes proporciones, de tal manera que una sustituyó a la otra a los niveles de 0, 20, 40, 60, 80 y 100%. Estas combinaciones constituyeron el 96% de las dietas, cuya composición porcentual se muestra en la Tabla 4. En esta Tabla también figura la composición química proximal de las dietas, que se determinó por los métodos de la AOAC (8), lo mismo que su contenido estimado de energía metabolizable.

Cada una de las seis dietas fue suministrada a dos grupos de 10

TABLA 2

**INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DE LAS MEZCLAS DE SORGO Y FRIJOL CAUPI
DETERMINADO EN RATAS (EXPERIMENTO No. 1)**

Proporción de la proteína de sorgo:caupí en las dietas	Cantidades de sorgo:caupí en las dietas g/100 g	Proteína en la mezcla %	Proteína en la dieta %	Peso ganado g	Alimento consumido g	PER
100:0	90.0: 0.0	8.80	8.33	21.25	263.38	0.97 ^c ± 0.16*
80:20	71.9: 6.1	10.08	8.81	33.30	263.50	1.43 ^b ± 0.33
70:30	63.0: 9.1	10.86	8.63	39.67	311.83	1.48 ^b ± 0.11
60:40	53.9:12.2	11.80	8.63	41.80	320.60	1.51 ^b ± 0.17
50:50	45.0:15.0	12.87	8.63	42.83	321.00	1.55 ^b ± 0.28
40:60	36.0:18.2	14.28	8.50	33.20	279.40	1.40 ^b ± 0.33
20:80	18.0:24.3	18.16	8.41	33.80	315.80	1.27 ^b ± 0.50
0:100	0.0:30.3	25.08	8.00	25.00	276.50	1.13 ^c ± 0.55
Caseína	—	—	7.67	79.67	382.00	2.73 ^a ± 0.23

a, b, c Las cifras en la misma columna identificadas con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

* Desviación estándar.

TABLA 3

INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DE LAS COMBINACIONES DE SORGO Y HARINA DE SOYA (EXPERIMENTO No. 1) EN RATAS

Proporción de las proteínas de sorgo:soya en las dietas	Cantidades de sorgo:soya en las dietas g/100 g	Proteína en la mezcla %	Proteína en la dieta %	Peso ganado g	Alimento consumido g	PER
100:0	90.0: 0.0	8.80	8.31	15.83	233.83	0.81 ^d ± 0.17*
80:20	71.2: 3.3	10.48	8.84	36.50	286.00	1.44 ^c ± 0.11
70:30	63.0: 4.9	11.55	8.84	43.00	333.20	1.46 ^c ± 0.34
60:40	53.9: 6.6	12.96	8.84	52.17	337.33	1.75 ^b ± 0.10
50:50	45.0: 8.2	14.66	8.72	50.50	321.17	1.80 ^b ± 0.17
40:60	36.0: 9.9	17.01	9.01	49.50	306.50	1.79 ^b ± 0.25
20:80	18.0:13.2	24.90	8.95	43.50	278.33	1.75 ^b ± 0.25
0:100	0.0:16.0	46.88	9.09	37.00	322.38	1.26 ^c ± 0.24
Caseína	—	—	7.32	70.00	404.50	2.36 ^a ± 0.54

a, b, c Las cifras en la misma columna identificadas con diferentes letras difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

* Desviación estándar.

TABLA 4

COMPOSICION Y CONTENIDO DE NUTRIENTES DE LAS DIETAS PARA POLLOS
DE CINCO A DIEZ SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No. 2)

Ingredientes, %	Número de las raciones					
	1	2	3	4	5	6
Proporciones de las mezclas sorgo-soya:sorgo-caupí						
100:0	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sorgo	71.80	65.60	59.50	53.30	47.10	40.90
Harina de soya	24.20	19.40	14.50	9.70	4.80	0.00
Frijol caupí crudo	0.00	11.00	22.00	33.00	44.10	55.10
Harina de hueso	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas y microelementos	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda, %*	19.8	19.5	18.4	19.2	18.3	18.0
En. metabolizable, Kcal/kg**	2876	2772	2669	2564	2507	2354

* Por análisis (8).

** Estimado de acuerdo con Scott, Nesheim y Young (17) para sorgo y soya, y con Cabezas *et al.* (2) para caupí crudo.

pollos raza Vantress, de cinco semanas de edad, que se seleccionaron conforme a su peso, de un lote inicial de 300 animales que desde su primera semana de vida habían sido alimentados con una dieta comercial que contenía 21% de proteína y 3,000 Kcal de energía metabolizable/kg. Los 120 polluelos seleccionados fueron distribuidos en 12 grupos con el mismo peso promedio, y con distribución uniforme de pesos. Estos grupos fueron asignados al azar a los seis tratamientos, alojándose en galeras con piso de concreto y cama de aserrín durante un período de cinco semanas. Se seleccionaron pollos de cinco semanas de edad debido a que las mezclas utilizadas no contenían el nivel de proteína requerido por polluelos de un día de edad.

Estos tuvieron libre acceso al alimento y agua. El consumo de alimento de los grupos y el peso individual fueron registrados semanalmente, y con base en estos datos se calculó la conversión alimenticia de los grupos.

Experimento No. 3: *Suplementación con DL-metionina de dietas para pollos elaboradas a base de frijol caupí crudo y sorgo*

En este ensayo se emplearon las mismas mezclas de sorgo con harina de soya y frijol caupí del Experimento No. 2, con la diferencia de que, en las dietas, una mezcla de sorgo:harina de soya sustituyó a la de sorgo:caupí en los niveles de 0, 25, 50, 75 y 100%. Las dietas se elaboraron en duplicado, y a un grupo de ellas se le agregó 0.2% de DL-metionina a expensas del sorgo. La composición porcentual de las dietas con metionina, así como su contenido de proteína o energía metabolizable, se muestran en la Tabla 5. Como testigo se utilizó una dieta comercial para la etapa de acabado, que contenía 20% de proteína y 3,100 Kcal de energía metabolizable/kg. Cada tratamiento se aplicó a dos grupos de 10 polluelos desde el inicio de la 6a. hasta la 10a. semana de edad, período durante el cual fueron manejados en igual forma que en el Experimento No. 2.

Las diferencias de tratamientos entre este experimento y los dos anteriores se establecieron por análisis de varianza y la prueba múltiple de Duncan (12).

TABLA 5

**COMPOSICION DE DIETAS SUPLEMENTADAS CON DL-METIONINA PARA POLLOS
DE CINCO A DIEZ SEMANAS DE EDAD (EXPERIMENTO No. 3)***

Ingredientes, %	Número de las dietas				
	1	2	3	4	5
Proporciones de las mezclas sorgo-soya:sorgo-caupí					
100:0					
Sorgo	71.80	64.00	56.20	48.50	40.70
Harina de soya	24.00	18.00	12.00	6.00	0.00
Frijol caupí crudo	0.00	13.80	27.60	41.30	55.10
Harina de hueso	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
Sal yodada	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Vitaminas y microelementos**	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Coccidiostato	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
DL-metionina	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda, %**	21.1	19.1	18.9	18.5	18.3
En. metabolizable, Kcal/kg**	2872	2734	2598	2460	2348

* Las dietas no suplementadas se elaboraron de igual forma, pero sin DL-metionina, por lo que el sorgo aumentó 0.2% en cada dieta.

** Véase Tabla 4.

RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento No. 1: *Complementación de las proteínas del sorgo con las del frijol caupí o harina de soya*

Los resultados obtenidos con las mezclas de sorgo y frijol caupí se detallan en la Tabla 2. Según se observa, al aumentar la proporción de proteína del caupí se incrementó el peso ganado, el consumo de alimento y el PER, alcanzando sus valores máximos cuando la proteína de cada alimento suministró el 50% del total, para luego decaer con los niveles más altos de proteína del caupí, aunque sin constatarse diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las seis combinaciones estudiadas. Estos resultados son similares a los obtenidos por Bressani, Valiente y Tejada (13) con mezclas de proteínas provenientes de frijol común cocido y maíz, con la diferencia de que el PER del frijol caupí crudo fue más alto que el del frijol común cocido cuando ambos constituyeron la única fuente de proteína; esto concuerda con los resultados de Elías, Colindres y Bressani (7).

El mejoramiento del PER al combinar las proteínas de cereales y leguminosas se debe a una complementación de los patrones de aminoácidos de ambos tipos de alimentos, que corrige, al menos parcialmente, las deficiencias de lisina y triptofano en los cereales, y la de aminoácidos azufrados en las leguminosas (13, 14).

Al comparar los resultados de este experimento con los de Bressani, Valiente y Tejada (13), se observa también que los PER obtenidos con el sorgo y el maíz fueron iguales entre sí, hallazgo que confirma los resultados de Harden *et al.* (15) en el sentido de que ambas proteínas tienen igual valor nutritivo. Por otra parte, el PER obtenido con la combinación de 20:80 de proteínas de sorgo y caupí crudo (1.27), fue comparable al encontrado por Da Silva (16) con una proporción similar de proteínas de maíz y caupí crudo (1.1). Ello indica, pues, que el frijol caupí complementa en la misma forma a ambos cereales.

Los resultados obtenidos con las mezclas de sorgo y soya (Tabla 3) fueron similares a los de sorgo y caupí en lo que respecta a las proporciones de proteína de 80:20 y de 70:30. Al incrementar las proporciones de proteína de soya de 40 a 80%, aumentaron también la velocidad de crecimiento y el alimento consumido, traduciéndose esto en valores más altos ($P < 0.05$) de PER. Así también, el crecimiento de las ratas alimentadas sólo con soya fue superior al de las alimentadas sólo con caupí, a pesar de que el valor

para la harina de soya es inferior al valor comúnmente aceptado.

Los mejores resultados obtenidos con la harina de soya, en comparación con los del caupí, pueden atribuirse a una mayor disponibilidad de la proteína y, posiblemente, a un menor contenido de sustancias tóxicas. Asimismo, debe tomarse en cuenta que las cantidades necesarias de caupí para alcanzar los niveles de proteína requeridos en las mezclas, fueron mayores que las de harina de soya, debido a su menor contenido de proteína. Esto significa que otros factores además de la proteína —posiblemente el nivel de aminoácidos— podrían haber incidido en los resultados obtenidos con las mezclas que contenían las proporciones más altas de frijol caupí crudo.

Experimento No. 2: *Sustitución de la harina de soya por frijol caupí crudo en dietas para pollos*

Los resultados del experimento No. 1 muestran que las proteínas del sorgo y del frijol caupí fueron utilizadas más eficientemente cuando se encontraban en la proporción de 50:50, sin que ésta fuese significativamente mejor que las proporciones de 60:40, 40:60 y 20:80. Las mezclas de sorgo:caupí correspondientes a las tres primeras combinaciones mencionadas contenían de 12 a 16% de proteína, niveles que son muy bajos para cubrir los requerimientos de pollos de 5 a 10 semanas de edad. En cambio, la mezcla de sorgo:caupí de 42.5:57.5, que corresponde a la combinación proteínica de 20:80, contenía 18.2% de proteína, que es suficiente para satisfacer los requerimientos de los polluelos de dicha edad. En vista de ello y dado que el estudio perseguía alcanzar la máxima sustitución de soya por caupí, se decidió emplear en las dietas del Experimento No. 2 la mezcla de 42.5:57.5, aun cuando la calidad de la proteína que ésta proporciona no es la óptima que se puede obtener mediante la combinación de ambos materiales.

Para mantener un nivel constante de proteína en las dietas, se utilizó la mezcla de sorgo:harina de soya de 75:25, en la que las proteínas se encuentran en la proporción de 35:65, y cuyo contenido total de proteína es de 18.3%. De acuerdo con los resultados del Experimento No. 1, la calidad de esta proteína es una de las mejores que se pueden obtener mediante la combinación de sorgo y soya.

En la Tabla 4 se observa que el porcentaje de caupí crudo aumentó hasta un nivel de 55.1% en la dieta No. 6, sustituyendo

gradualmente a la harina de soya y al sorgo. La energía metabolizable (EM) de la dieta No. 1 fue de 2,876 Kcal/kg, concentración que constituye el mínimo que se recomienda para pollos de engorde de más de cinco semanas de edad. A medida que el caupí sustituyó a la soya y al sorgo, la EM de las dietas disminuyó hasta una concentración de 2,354 Kcal/kg. El contenido de proteína de las dietas se redujo al aumentar el caupí, pero todas satisfacían los requerimientos mínimos para engorde de los pollos (16).

El rendimiento de estos últimos fue calculado a las ocho y a las 10 semanas de edad (Tabla 6). A las ocho semanas, la dieta que contenía 11% de frijol caupí produjo iguales aumentos de peso que la dieta control (dieta No. 1). Por encima de este nivel, los incrementos de peso disminuyeron a medida que el caupí sustituía a la soya y al sorgo, siendo esta disminución significativa ($P < 0.05$) a partir del nivel de 33% de caupí.

A las 10 semanas, la tendencia fue similar a la experimentada a las 8 semanas, con la diferencia de que la disminución en ganancias de peso fue significativa ($P < 0.05$) hasta cuando el caupí constituyó el 44.1% de la dieta. La correlación negativa existente entre el porcentaje de frijol caupí en la dieta y los aumentos de peso a las 10 semanas de edad fue altamente significativa ($r = -0.89$; $P < 0.01$).

El consumo de alimento aumentó al subir el porcentaje de caupí en la dieta, siendo más definida la tendencia a las 10 semanas de edad, cuando se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las dietas 1 y 2 y las dietas No. 3, 4 y 5, y entre éstas y la No. 6. Este efecto puede atribuirse a la menor densidad calórica y calidad de proteína inducida al incluir mayores proporciones de caupí en las dietas (17). Los efectos del caupí en la conversión alimenticia a las 8 y 10 semanas siguieron la misma tendencia de los aumentos de peso.

Para evaluar en mejor forma los efectos del caupí sobre el crecimiento de los pollos, en la Figura 1 se presentan, por semana, los pesos acumulativos producidos por cada tratamiento. Según se aprecia, el efecto negativo de las dietas elaboradas con caupí se produjo principalmente en la primera semana del Experimento. A partir de la segunda semana, los pollos que recibieron hasta 33% de caupí crecieron con la misma rapidez que los de la dieta con harina de soya, aunque el crecimiento de los dos grupos con 44.1 y 55.1% de caupí fue un tanto más lento. La correlación entre los incrementos de peso en la segunda semana y los de las últimas cuatro semanas del ensayo fue altamente significativa ($r = 0.914$;

TABLA 6

RENDIMIENTO DE POLLOS DE CINCO A OCHO Y DIEZ SEMANAS DE EDAD
(EXPERIMENTOS No. 2 y 3)

No. de dieta	Frijol caupí en las dietas, %	Proteína proveniente del caupí, %	Aumento de peso (g/ave)		Consumo de alimento (g/ave)		Conversión alimenticia* Semanas de edad	
			Semanas de edad		Semanas de edad		Semanas de edad	
<i>Experimento No. 1</i>								
1	0.00	0.00	749a	1348a	2267d	4193c	3.03a	3.11a
2	11.00	2.92	754a	1317a	2317cd	4244c	3.07a	3.23a
3	22.00	5.83	734ab	1271a	2516b	4637b	3.43a	3.65a
4	33.00	8.75	683b	1275a	2424c	4720b	3.55a	3.71ab
5	44.10	11.66	538c	1068bc	2300cd	4748b	4.28a	4.45b
6	55.10	14.58	446d	965c	2700a	5131a	6.05b	5.32c
<i>Experimento No. 2 (Dietas suplementadas con 0.2% DL-metionina)</i>								
1	0.00	0.00	883abc	1462ab	2325bc	4385c	2.73b	3.00b
2	13.80	3.66	829bc	1470ab	2345bc	4505c	2.83b	3.06b
3	27.60	7.31	878ab	1534a	2535abc	4795b	2.89b	3.13b
4	41.30	10.95	840bc	1488ab	2640ab	4995b	3.14c	3.36b
5	55.10	14.60	760c	1377b	2710a	5130a	3.57c	3.73c
6**	—	—	952a	1625a	2305c	4455c	2.42a	2.74a

a,b,c,d Las cifras en la misma columna con diferentes letras, difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

* Alimento consumido/aumento de peso.

** Dieta comercial.

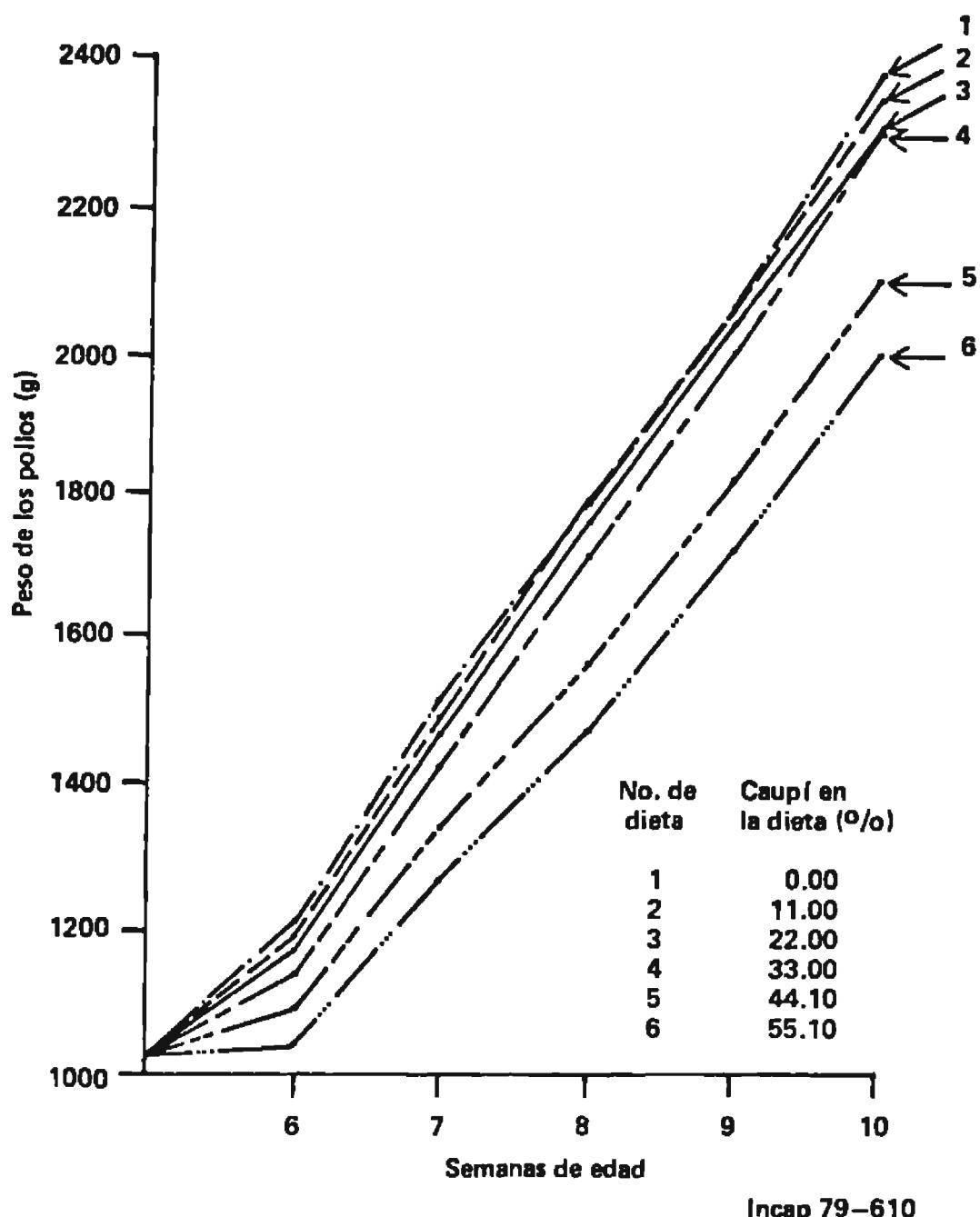


FIGURA 1

Peso promedio de pollos de cinco a diez semanas de edad, alimentados con dietas en forma de harina con diferentes niveles de frijol caupí (Experimento No. 2)

$P < 0.01$), lo que demuestra el aprovechamiento similar del frijol caupí después de la primera semana de alimentación. El crecimiento más acelerado de los pollos a partir de la segunda semana se produjo como resultado de un incremento en el consumo de alimento, el cual fue mayor a medida que aumentó el caupí en la dieta. La eficiencia de conversión también mejoró notablemente a partir de esta semana.

Los hallazgos a que se alude indican que existió un proceso de adaptación de las aves al consumo y utilización del caupí, el cual afectó notablemente su rendimiento durante la primera semana que consumieron esta leguminosa.

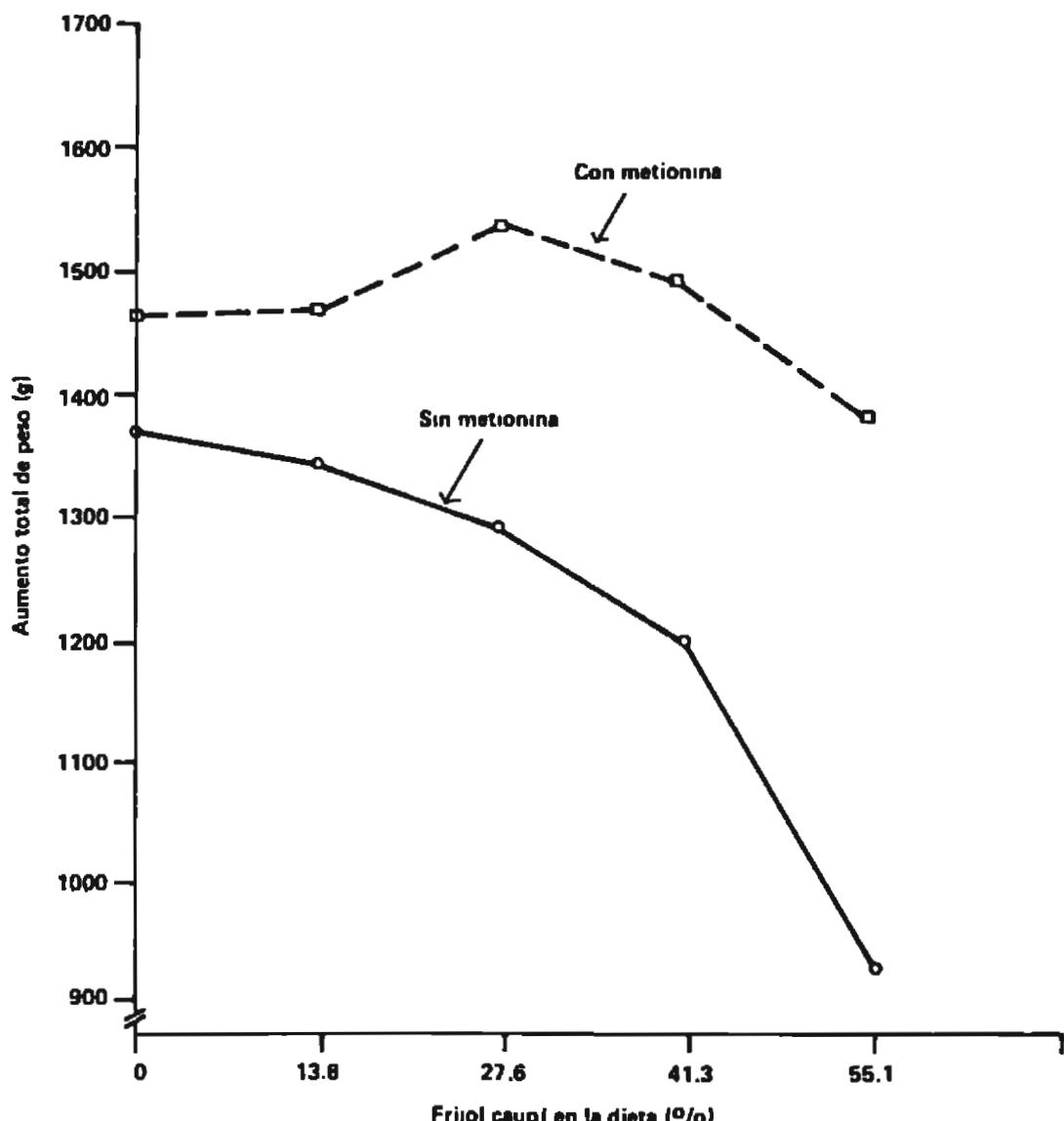
Experimento No. 3: *Suplementación con DL-metionina de dietas para pollos a base de frijol caupí crudo y sorgo*

La proteína y la energía metabolizable de las dietas mostraron niveles y tendencias similares a los observados en las del experimento anterior (Tabla 5). Un cálculo del contenido de metionina de las dietas, basado en la composición de los ingredientes y del cual se ha informado en la literatura (6, 17), reveló que las dietas no suplementadas cubrieron de 65 a 72% de los requerimientos de metionina de los pollos, mientras que las dietas suplementadas cubrieron de 92 a 99% de esos requerimientos. En ambos casos, los aumentos en caupí produjeron disminuciones en el porcentaje de los requerimientos de metionina cubiertos por las dietas.

Los resultados obtenidos con las dietas no suplementadas reprodujeron los del Experimento No. 2. La suplementación con DL-metionina mejoró ($P < 0.05$) las ganancias de peso (Tabla 6 y Figura 2), coincidiendo con los resultados que Richardson (18), Jaffé (19) y Sherwood, Weldon y Peterson (20), obtuvieron en sus estudios con ratas.

Las dietas que contenían 0, 13.8, 27.6 y 41.3% de caupí produjeron aumentos de peso muy similares; sobresalió la de 27.6% de caupí, que indujo el crecimiento más rápido de las dietas experimentales, sin ser estadísticamente diferente ($P < 0.05$) de las otras tres dietas ya citadas, aunque sí de la que contenía 55.1% de caupí. No obstante que ésta produjo aumentos de peso estadísticamente iguales a los de las otras dietas (con excepción de la de 27.6% de caupí), su efecto adverso sobre el crecimiento de los pollos fue notorio y de importancia práctica. En parte, este efecto podría deberse a su menor adecuación en aminoácidos azufrados y a la menor disponibilidad de los aminoácidos del caupí en relación con los de la harina de soya. Por consiguiente, es posible que sea necesario suplementar con una cantidad más alta de DL-metionina aquellas dietas que contengan más de 50% de frijol caupí.

La dieta comercial produjo mayores incrementos de peso,



Incap 79-611

FIGURA 2

Efecto de la adición de 0.2% de DL-metionina a dietas con diferentes niveles de frijol caupí, sobre el aumento de peso en pollos de cinco a diez semanas de edad

pero no diferentes estadísticamente de los logrados con las dietas con 0 a 41.3% de caupí. Sin embargo, también en este caso la diferencia entre estas dietas tiene importancia económica, por lo que habría que superarla al formular dietas prácticas. Es posible que esto se lograría incrementando la densidad calórica de la dieta, pues la comercial contenía entre 10 y 17% más EM que las dietas experimentales.

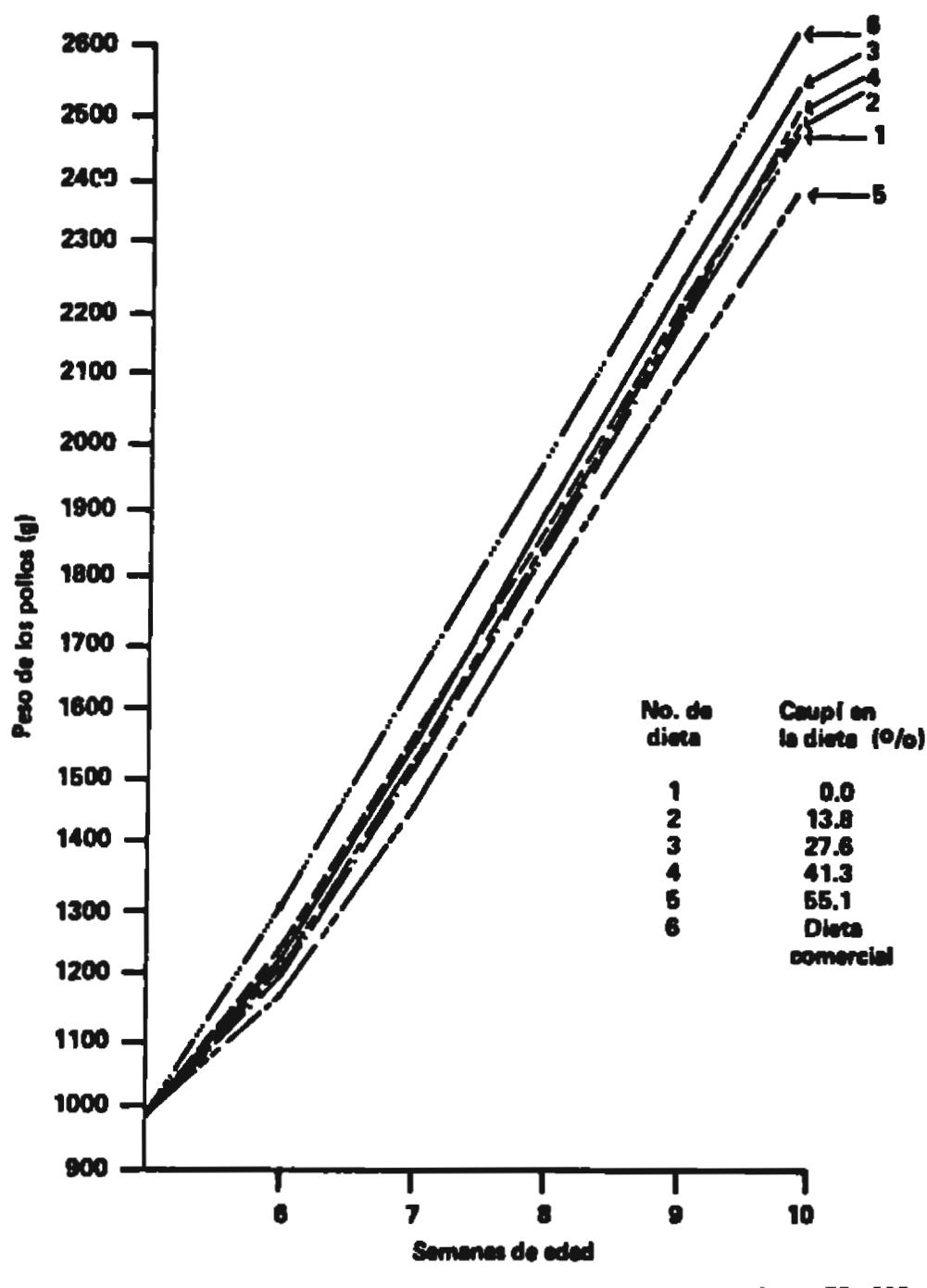


FIGURA 3

Peso promedio de pollos de cinco a diez semanas de edad, alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de frijol caupí
(Experimento No. 3)

Las dietas con frijol caupí suplementadas con DL-metionina produjeron un crecimiento tan rápido como la que contenía soya exclusivamente, a costa de un incremento en el consumo de alimento y una disminución en la conversión alimenticia, como se puede notar en la Tabla 6. La explicación de este fenómeno es la misma que se dio en la discusión de los resultados del Experimento No. 2, por lo que en futuras investigaciones es recomendable establecer el tipo y la cantidad de suplementación de energía y aminoácidos necesarios para llevar la conversión alimenticia de dietas con frijol caupí, a niveles comparables a los obtenidos con la harina de soya y la dieta comercial.

En la Figura 3 se presentan los pesos de los pollos alimentados con dietas suplementadas con metionina al final de cada semana del experimento; según se nota, la suplementación con DL-metionina corrigió la disminución en peso que produjo el frijol durante la primera semana del Experimento No. 2 (Figura 1) a los niveles de 13.8, 27.6 y 41.3%. Tal efecto adverso todavía pudo observarse en el caso de la dieta con el mayor porcentaje de caupí (55.1%), el cual estuvo relacionado a un menor consumo de alimento y a una conversión alimenticia inferior en la primera semana de alimentación.

SUMMARY

NUTRITIONAL EVALUATION OF THE REPLACEMENT OF SOYBEAN FLOUR AND SORGHUM BY RAW COWPEA (*Vigna sinensis*)

In the first of a series of studies the protein quality as PER, of different protein combinations from sorghum and those from cowpea or soybean flour were assayed in rats. The results indicated that maximum PER values were obtained when each component provided 50% of the dietary protein, either for the cowpea:sorghum, or the soybean flour:sorghum mixtures.

In a second study, carried out with baby chicks, the 75:25 sorghum:soybean flour and the 45:55 sorghum:cowpea mixtures, were selected by weight. These were combined in different proportions in such a way that one replaced the other at levels of 0, 20, 40, 60, 80 and 100%. The results obtained showed that as the amount of raw cowpea increased in the diet, feed intake increased and weight gain decreased, resulting in a lower feed conversion efficiency.

Finally, in a third study, performed with baby chicks, the same basic mixtures of the second experiment were used; however, one replaced the

other in amounts of 0, 25, 50, 75 and 100%. The experimental diets of this third experiment were prepared in two portions, one of which was supplemented with 0.2% DL-methionine. Upon substitution of the sorghum: soybean flour mixture by sorghum:cowpea, a small decrease was observed in the total crude protein and in metabolizable energy, effect attributed to smaller concentrations of these nutrients in the sorghum:cowpea mixture. With diets free of methionine supplementation, the results were essentially the same as those in the second experiment, that is, feed intake increased with lower weight gains and lower feed conversion efficiencies. The same was also observed with the methionine-supplemented diets; however, the weight gains were greater with better feed efficiencies.

The adverse effect of cowpeas on weight gain was observed during the first week of the study. The supplementation with DL-methionine increased ($P < 0.01$) weight gain of the chicks fed with the diets containing cowpea and was equal ($P < 0.01$) to the weight gain produced by soybean flour, but with a lower feed efficiency. The adverse effect of cowpea during the first week of feeding was reduced to a large extent by the DL-methionine supplementation. The deleterious effects could have been attributed to the antiphysiological substances in cowpeas.

BIBLIOGRAFIA

1. Braham, J. E., L. G. Elías, R. Jarquín & R. Bressani. Uso del frijol de costa (*Vigna sinensis*) como fuente de proteína en dietas para pollos de carne. En: Informe Anual del INCAP — 1o. de enero - 31 de diciembre de 1974. Guatemala, INCAP, 1975, p. 24-25 (Documento CINCAP 26/2).
2. Cabezas, M. T., J. García, B. Murillo, L. G. Elías & R. Bressani. Valor nutritivo del frijol caupí crudo y procesado. Arch. Latinoamer. Nutr., 32: 543-558, 1982.
3. McGinnis, J. & M. Capella. Nutritional value of different varieties of beans (*Phaseolus vulgaris*) and cowpeas (*Vigna sinensis*) for chicks and factors affecting nutritional value. En: Nutritional Aspects of Common Beans and Other Legume Seeds as Animal and Human Foods. Proceedings of a Meeting held November 6-9, 1973 in Ribeirão Preto, S. P., Brazil. W. G. Jaffé (Ed.). Caracas, Venezuela, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1975, p. 67-69.
4. Elías, L. G., M. Hernández & R. Bressani. The nutritive value of pre-cooked legume flours processed by different methods. Nutr. Rep. Internat., 14: 385-403, 1976.
5. Elías, L. G., F. R. Cristales, R. Bressani & H. Miranda. Composición

- química y valor nutritivo de algunas leguminosas de grano. Turrialba, 26: 375-380, 1976.
6. Bressani, R., L. G. Elías & D. Navarrete. Nutritive value of Central American beans. IV. The essential amino acid content of samples of black beans, red beans, rice beans, and cowpeas of Guatemala. *J. Food Sci.*, 26: 525-528, 1961.
 7. Elías, L. G., R. Colindres & R. Bressani. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *J. Food Sci.*, 29: 118-122, 1964.
 8. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the A.O.A.C.* 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, 1094 p.
 9. 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.
 10. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
 11. National Research Council. *Nutrient Requirements of Poultry*. Washington, D. C., National Academy of Sciences-National Research Council, 1971, p. 18.
 12. Snedecor, G. W. & W. G. Cochran. *Métodos Estadísticos*. (Traducido de la 5a. ed. en inglés por J. A. Reinosa Fuller). México, D. F., Compañía Editorial Continental, S. A., 1975, 703 p.
 13. Bressani, R., A. T. Valiente & C. Tejada. All-vegetable protein mixtures for human feeding. VI. The value of combinations of lime-treated corn and cooked black beans. *J. Food Sci.*, 27: 394-400, 1962.
 14. Bressani, R., L. G. Elías & A. T. Valiente. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Brit. J. Nutr.*, 17: 69-78, 1963.
 15. Harden, M. L., R. Stanaland, M. Briley & S. P. Yang. The nutritional quality of proteins in sorghum. *J. Food Sci.*, 41: 1082-1085, 1976.
 16. Da Silva, Jorge João. *El Uso de Frijol Caupí (*Vigna Sinensis*) y Harina de Yuca como Fuente Proteico-Energética en la Alimentación Humana y Animal*. Tesis (*Magister Scientiae*). Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA), Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/ INCAP. Guatemala, 1976, 30 p.
 17. Scott, M. L., M. C. Nesheim & R. J. Young. *Nutrition of the Chicken*. Ithaca, New York, M. L. Scott & Associates, 1969. p. 434-435.
 18. Richardson, L. R. Southern peas and other legume seeds as a source of protein for the growth of rats. *J. Nutrition*, 36: 451-462, 1968.
 19. Jaflé, W. G. Limiting essential amino acids of some legume seeds. *Proc. Soc. Expl. Biol. Med.*, 71: 398-399, 1949.
 20. Sherwood, F. W., V. Weldon & W. J. Peterson. Effect of cooking and of methionine supplementation on the growth-promoting property of cowpea (*Vigna sinensis*) protein. *J. Nutrition*, 52: 199-208, 1954.