

## EVALUACION QUIMICA Y BIOLOGICA DE SUB-PRODUCTOS DE LA INDUSTRIALIZACION DE CARNES Y PESCADO EN COSTA RICA<sup>1</sup>

*Emilio Vargas\**  
*Carlos Campabadal\*\**  
*Enrique Vargas\*\**

### ABSTRACT

**Chemical composition and protein quality of animal by-product meals used in Costa Rica.** An experiment was conducted to evaluate the chemical and nutritional value of different animal industry by-products used in Costa Rica as a protein sources for animal rations. Fish meal, meat meal, blood meal, and two types of meat and bone meal were evaluated. The composition of the fish meal was 60.5, 2.7, 6.4 and 3.4 o/o for protein, ether extract, calcium, and phosphorus, respectively. The biological results demonstrated that animals fed fish meal obtained similar results as the contrast diet (skim milk). Protein efficiency ratio (PER) was 2.13 for the fish meal diets and 2.45 for the milk diet. The composition of the meat meal was 46.6 o/o protein, 22.0 o/o ether extract and 5.2 and 2.7 calcium and phosphorus. The performance of this group was lower than the control and the fish meal diet. The PER was 0.85. The blood meal contained 76.4 o/o protein. All the animals under this treatment died on the second week after the experiment was started.

Samples of meat and bone meal, showed great differences in their chemical and biological values, due to differences in raw materials and processes used for the elaboration of these products. The first samples contained 42.1 o/o protein, 17.3 o/o ether extract, 11.9 calcium and 6.1 o/o phosphorus. The second ones contained 53.4, 8.5, 6.6 and 3.3 o/o respectively. The animals fed the first meat and bone meal lost weight (0.1 g/day) with a feed intake of 6.9 g/day in comparison with one of 12 g/day in the control group. The second meat and bone meal gave similar results as that of the control but with a PER of 2.45.

### INTRODUCCION

Los concentrados proteínicos de origen animal son componentes indispensables de muchos sistemas alimenticios. Las harinas de pescado, carne, sangre y carne y hueso se usan en gran cantidad

en la formulación de raciones para animales domésticos. Sin embargo, en nuestro país, éstas no se utilizan en la mejor forma, debido, principalmente, a la falta de conocimientos básicos tanto de su valor químico como biológico. La disponibilidad de datos sobre la composición química y el valor de la proteína, así como la digestibilidad de los nutrientes en general, permite una utilización más eficaz de los mismos, ya sea por sí solos o como ingredientes en la elaboración de raciones destinadas a aves, cerdos y rumiantes.

<sup>1</sup> Recibido para su publicación el 14 de mayo de 1981.

\* Investigador del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Tres Ríos, Costa Rica.

\*\* Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica.

La literatura indica que la composición química así como el valor proteínico de estos materiales es muy variable, debido, en parte, a la gran cantidad y variabilidad en los ingredientes que se utilizan en su elaboración, condiciones de procesamiento a que se someten (cocción y secado) y a las condiciones de almacenamiento (9, 14). Johnston y Coon (9), encontraron valores de 44,3 a 55,1 por ciento de proteína cruda en nueve harinas de carne y hueso y de 51,0 a 69,2 en harinas de pescado. El contenido de grasa fluctuó de 6,35 a 12,93 y de 8,15 a 11,92 para las harinas de carne y hueso y pescado, respectivamente. Estos mismos investigadores encontraron valores de PER (índice de eficiencia proteínica) obtenidos en pollos de un día de edad, en un rango que varía entre 1,62 y 2,99 para las harinas de pescado.

Bressani *et al* (3) encontraron en ratas valores de PER de 0,58 a 0,96, 0,0 y de 2,18 a 2,67 para harinas de carne, sangre y pescado, respectivamente, en comparación a la caseína de 2,82.

Campabadal, en Costa Rica (4), informa, para harinas de carne y hueso, valores de 40,5 por ciento de proteína y 12,3 por ciento de grasa y de 61,5 por ciento de proteína y 6,0 por ciento de grasa para las harinas de pescado.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar, desde el punto de vista químico y biológico, algunos de los subproductos derivados de la industrialización de la carne y el pescado en Costa Rica.

## MATERIALES Y METODOS

### Muestras

Los materiales bajo estudio fueron obtenidos en plantas procesadoras que operan en diferentes áreas del país (Cuadros 1 y 2).

Las muestras se recogieron directamente en las plantas procesadoras, y se llevaron a los laboratorios de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, donde se molieron y almacenaron en un lugar seco.

### Análisis Químicos

Las muestras y las raciones experimentales fueron analizadas para determinar su composición

Cuadro 1. Composición porcentual de las dietas utilizadas en el ensayo 1.

Ingredientes	(g/100)			
	Dietas*			
	A	B	C	D
Leche (Testigo) <sup>1</sup>	42,1	—	—	—
Harina de pescado <sup>2</sup>	—	16,5	—	—
Harina de carne y hueso <sup>3</sup>	—	—	23,8	—
Harina de carne <sup>3</sup>	—	—	—	21,4
Almidón	50,4	73,5	69,7	72,6
Aceite de Bacalao	1,0	1,0	1,0	1,0
Aceite Vegetal	2,5	5,0	1,5	1,0
Minerales <sup>4</sup>	4,0	4,0	4,0	4,0

### Composición proximal

Materia seca	86,3	88,8	89,6	89,2
Proteína (N x 6,25)	11,3	11,6	10,7	11,0
Extracto etéreo	6,4	6,9	7,4	8,3
Fibra cruda	0,3	0,3	0,2	0,4
Extracto libre de nitrógeno	64,6	58,4	59,3	55,7
Cenizas	3,7	11,6	12,0	13,8

\* Cada ración fue suplementada con 5 ml de una solución de vitaminas (10).

1 Cooperativa de Productores de Leche R.L. (Dos Pinos).

2 Enlatadora Nacional S.A. Puntarenas, Costa Rica.

3 Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L., Alajuela, C.R.

4 Minerales Hegsted (8).

química proximal siguiendo los métodos oficiales de la A.O.A.C. (2). Los análisis de humedad y nitrógeno en heces se llevaron a cabo mediante las mismas técnicas. El calcio, magnesio, potasio, sodio, hierro, cobre, manganeso y zinc se cuantificaron por absorción atómica siguiendo la técnica de Fick *et al* (5). El fósforo se determinó por medio del método colorimétrico propuesto por Fiske y Subbarow (6) modificado por Fick *et al* (5).

### Ensayos Biológicos

Se llevaron a cabo dos ensayos con ratas jóvenes en proceso de crecimiento. El primero tuvo como propósito evaluar la calidad proteínica de las harinas de pescado, carne y carne y hueso provenientes de dos plantas procesadoras. Para este fin se prepararon las dietas descritas en el Cuadro 1

que contenían 10 por ciento de proteína, suplementándolas con 1 por ciento de aceite de hígado de bacalao; aceite de algodón en proporción ajustada según el contenido de grasa del material; 4 por ciento de minerales (8) y almidón para llegar al 100 por ciento. Además, se suplementó cada una de las dietas con 5 ml/100 g de solución completa de vitaminas (10). La dieta con leche deshidratada se usó como testigo. Se asignaron al azar seis animales (tres machos y tres hembras) por dieta, de tal manera que el peso promedio inicial por grupo fuese igual. Los animales se alojaron en jaulas individuales de tela metálica con fondo levantado, y tenían acceso *ad libitum* al agua y a la dieta. Las ratas fueron pesadas cada 7 días durante un período de 28 días y se llevó un registro del consumo de alimento. La prueba de digestibilidad se llevó a cabo por el método de recolección total en dos períodos de 5 días consecutivos de la segunda y cuarta semana del período experimental.

El segundo ensayo consistió en determinar la calidad proteínica de la harina de sangre y harina de carne y hueso procesadas por la compañía GISA. Para este fin se alimentaron 18 ratas blancas (nueve machos y nueve hembras) jóvenes de la raza Wistar, con un peso promedio de 39,3 g con las dietas cuya composición se describe en el Cuadro 2. La distribución de los animales, la preparación de las dietas y el método experimental fueron iguales a los descritos en el ensayo 1.

## RESULTADOS

En el Cuadro 3 se presenta el nivel de producción de los concentrados proteínicos más importantes en Costa Rica. La información disponible indica que en el año 1976 esa producción fue de 3382 toneladas de los diferentes productos. Esta cantidad satisface apenas una pequeña parte de las necesidades de concentrado proteínico para la fabricación de mezclas balanceadas destinadas a la alimentación animal en Costa Rica; sin embargo, constituye, en conjunto, un aporte significativo a la producción pecuaria, que se traduce tanto en beneficios económicos para las plantas productoras de los subproductos, como en beneficios nutricionales al aumentar la disponibilidad de buenas fuentes de proteínas y minerales para balancear las dietas de los animales.

**Cuadro 2. Composición de las dietas utilizadas en el ensayo 2.**

Ingredientes	(g/100 g)		
	Dietas*		
	1	2	3
Leche (Control)	42,1	—	—
Harina de carne y hueso <sup>1</sup>	—	18,7	—
Harina de sangre <sup>1</sup>	—	—	13,1
Almidón	50,4	72,3	76,4
Aceite de bacalao	1,0	1,0	1,0
Aceite vegetal	2,5	4,0	5,5
Minerales <sup>2</sup>	4,0	4,0	4,0
<b>Composición proximal</b>			
Materia seca	86,8	84,3	86,9
Proteína cruda (N x 6,25)	10,2	10,1	11,2
Extracto etéreo	7,1	4,8	7,2
Fibra cruda	0,2	0,5	0,4
Cenizas	12,0	6,4	3,5
Extracto libre de nitrógeno	57,3	62,5	64,6

\* Todas las raciones fueron suplementadas con una solución de vitaminas (10).

1 Obtenido en Ganadera Industrial S.A. (GISA), Liberia, Guanacaste.

2 Minerales Hegsted (8).

**Cuadro 3. Producción de concentrados proteínicos de origen animal en Costa Rica<sup>1</sup>**

Planta Procesadora	Fuente Proteínica	kg/año
Cooperativa Matadero Nacional Montecillos	Harina sangre	28,750
	Harina de carne y hueso	1.249,544
GISA	Harina sangre	20,700
	Harina de carne y hueso	625,600
Enlatadora Nacional S.A.	Harina pescado	775,100
Fábrica de Proteína S.A.	Harina de carne y hueso	386,400
Otras	Harina de carne y hueso	395,600

1 Datos del año 1976 obtenidos en cada planta procesadora.

Cuadro 4. Composición química de los concentrados proteínicos utilizados en el presente estudio.

Nutriente	Leche <sup>1</sup>	Harina <sup>2</sup> Pescado	Harina de carne y hueso <sup>3</sup>	Harina <sup>3</sup> Carne	Harina de carne y hueso <sup>4</sup>	Harina <sup>4</sup> Sangre
Materia Seca, o/o	96,8	96,2	96,2	95,8	87,2	88,2
Proteína (N x 6,25), o/o	23,7	60,5	42,1	46,6	53,4	76,4
Extracto Etéreo, o/o	7,5	2,7	17,3	22,0	8,5	0,7
Fibra Cruda, o/o	0,2	0,4	0,3	0,2	0,6	0,3
Extracto libre de Nitrógeno, o/o	59,9	11,1	1,5	8,2	2,5	7,0
Cenizas, o/o	5,5	21,5	35,0	18,8	22,2	3,8
Calcio, o/o	0,86	6,43	11,88	5,19	6,56	0,52
Fósforo, o/o	1,00	3,42	6,09	2,67	3,32	0,20
Magnesio, o/o	0,09	0,28	0,25	0,15	0,17	0,02
Potasio, o/o	1,05	0,30	0,15	0,35	0,35	0,18
Sodio, o/o	0,37	1,17	0,52	0,45	0,44	0,75
Hierro, mg/100 g	1,16	221,00	45,00	65,00	27,00	272,00
Cobre, mg/100 g	0,25	1,74	1,00	1,40	1,08	0,90
Manganeso, mg/100 g	0,12	1,93	0,60	0,95	0,70	0,10
Zinc, mg/100 g	22,40	39,70	30,80	30,30	28,80	13,00

1 Cooperativa de Productores de Leche R.L., San José.

2 Enlatadora Nacional S.A., Puntarenas, C.R.

3 Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L., Alajuela.

4 Ganadera Industrial S.A. (GISA), Liberia.

El Cuadro 4 muestra los resultados del análisis químico proximal y el contenido mineral de los concentrados proteínicos utilizados en el estudio. Los datos del análisis revelan que la harina de carne y hueso y la harina de carne mostraron un contenido variable de proteína cruda de acuerdo con la procedencia del material. La harina de pescado mostró un 60,5 por ciento de proteína cruda, lo cual la sitúa como una excelente fuente de proteína para los animales. Por su parte, la harina de sangre presentó los valores más altos de proteína cruda alcanzando un valor promedio de 76,5 por ciento.

En relación con el contenido de grasa, se observa que la harina de carne y hueso tuvo valores entre 8,5 y 17,3 por ciento, en tanto que la harina de carne tuvo un 22,0 por ciento. El contenido de grasa de ambos materiales es bastante superior al de las harinas de pescado y de sangre, que presentaron niveles de 2,7 y 0,7 por ciento respectivamente.

En relación con el contenido de cenizas, se observa que tanto las harinas de carne y hueso como las harinas de carne y pescado presentan una apreciable proporción (de 20 a 35 o/o).

La determinación mineral en los diferentes productos estudiados, indica que las harinas de pescado, carne y carne y hueso son las fuentes más ricas de calcio y fósforo, mientras que la harina de sangre constituye una fuente pobre de calcio y fósforo (Cuadro 4). La harina de carne mostró un contenido de 5,19 por ciento de calcio y 2,67 de fósforo. La harina de pescado mostró el mayor contenido de sodio con 1,17 por ciento, que expresado como cloruro de sodio (NaCl) equivale a un 2,97 por ciento de la harina. Los demás productos contienen cantidades aceptables de sodio. En lo que respecta a elementos menores estudiados, se observa que todos los materiales son buenas fuentes de hierro y zinc y pobres en cobre y manganeso.

Los resultados del primer ensayo biológico se dan a conocer en los Cuadros 5 y 6; puede observarse que hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos estudiados. Los animales alimentados con harina de pescado como única fuente de proteína tuvieron una ganancia de peso de 4,2 g/día en comparación con 3,9 para los del grupo testigo; esta diferencia no fue significativa. En el caso de los animales alimentados con la dieta a base de harina de carne y hueso se observó una pérdida de peso de 0,1 g/día; estos animales y los que estaban sujetos a la dieta con harina de carne mostraron ganancias de peso significativamente menores ( $p < 0.05$ ) que los del grupo testigo y los que consumieron la dieta con harina de pescado.

**Cuadro 5. Promedio de ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia de las diferentes dietas evaluadas en ratas. Ensayo 1.**

Parámetro medido	Dietas			
	A	B	C	D
Peso inicial, g	57,7	57,8	57,8	57,7
Peso final, g	166,0	173,9	55,3	86,1
Ganancia de peso, g/día	3,9 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	-0,1 <sup>c</sup>	1,0 <sup>b</sup>
Consumo materia seca, g/día	12,0 <sup>b</sup>	14,9 <sup>a</sup>	6,9 <sup>c</sup>	9,4 <sup>b,c</sup>
Conversión alimenticia <sup>1</sup>	3,6 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	-	10,3 <sup>b</sup>
Mortalidad, o/o	0,0	0,0	0,0	0,0

a,b,c Cifras con letras distintas dentro de la misma línea, difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

- A Leche semidescremada y deshidratada (control).  
 B Harina de pescado, Enlatadora Nacional S.A.  
 C Harina de carne y hueso, Cooperativa Matadero Nacional Montecillos.  
 D Harina de carne. Matadero Nacional Montecillos.  
 1 Gramos de alimento consumido por gramo de aumento de peso.

El consumo de materia seca siguió una tendencia similar a la observada en cuanto a la ganancia de peso. En este caso, al comparar la cantidad de materia seca consumida por los animales sometidos a la dieta con harina de pescado, con lo consumido por los animales en cada uno de los otros

grupos, se encontró una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre aquél y el resto de los grupos en cuanto a la cantidad de alimento ingerida. Los animales alimentados con la harina de carne y hueso consumieron 6,9 g/día, lo cual es el menor consumo de materia seca registrado de todos los grupos experimentales. En relación con la conversión alimenticia los resultados indican que el grupo testigo fue el de mejor conversión, con un valor de 3,6, seguido por el de harina de pescado con 4,0. La diferencia no fue significativa. Los animales de la dieta con harina de carne ofrecieron una conversión de 10,3, que es significativamente menor que el testigo. En los animales con la dieta de harina de carne y hueso, por haber perdido peso, no se pudo calcular su eficiencia alimenticia.

En lo concerniente a la digestibilidad de la materia seca (Cuadro 6), los datos indican que ésta fue buena para todos los grupos experimentales. Sin embargo, los animales del grupo de harina de carne y hueso mostraron una digestibilidad de 10 unidades de porcentaje menor que el promedio de los otros grupos experimentales. Esta diferencia

**Cuadro 6. Evaluación del índice de eficiencia proteínica y digestibilidad de proteína y materia seca de dietas preparadas con diferentes concentrados proteínicos de origen animal. Ensayo 1.**

Parámetro medido	Dietas <sup>1</sup>			
	A	B	C	D
Digestibilidad de Materia Seca, o/o	90,65 <sup>a</sup>	92,35 <sup>a</sup>	80,89 <sup>b</sup>	88,56 <sup>a,b</sup>
Digestibilidad de proteína cruda, o/o	84,98 <sup>a</sup>	83,77 <sup>a</sup>	69,60 <sup>b</sup>	74,96 <sup>b</sup>
Índice de eficiencia proteínica (PER) <sup>2</sup>	2,45 <sup>a</sup>	2,13 <sup>a</sup>	-	0,85 <sup>b</sup>
Utilización neta de la proteína (NPU) <sup>3</sup>	73,75 <sup>a</sup>	64,00 <sup>a</sup>	-	25,65 <sup>b</sup>

a,b,c Cifras con letras diferentes en una misma línea, son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

- 1 Ver cuadro 1.  
 2 Índice de eficiencia proteínica: g de aumento de peso por g de proteína consumida.  
 3 Utilización neta de la proteína: PER de la dieta x  $\frac{75}{2,5}$

fue significativa ( $p < 0.05$ ). La digestibilidad de la proteína siguió una tendencia similar; para los animales de los grupos con harina de carne y hueso y harina de carne se observó una digestibilidad de 69,60 y 74,96 por ciento, respectivamente, valores estadísticamente iguales y menores a su vez, que los valores de digestibilidad de la leche y harina de pescado con 84,98 y 83,77 por ciento, respectivamente. El índice de eficiencia proteínica (PER) y la utilización neta de la proteína (NPU), siguieron el mismo comportamiento que la conversión alimenticia.

En los Cuadros 7 y 8 se presentan los resultados del segundo ensayo biológico. Los animales alimentados con la dieta a base de harina de sangre murieron durante la segunda semana experimental.

En relación con los animales del grupo testigo (leche), la información obtenida indica que estos se comportaron en forma idéntica, en todas las variables evaluadas, a los animales del grupo testigo del ensayo 1. Al analizar la información de los animales alimentados con la harina de carne y hueso proveniente de GISA, se encontró que a excepción de la digestibilidad de la proteína, todas las demás respuestas evaluadas fueron idénticas a las

**Cuadro 7. Promedio de ganancia de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia de las diferentes dietas evaluadas en ratas. Ensayo 2.**

Parámetro medido	Dieta <sup>1</sup>		
	1	2	3
Peso inicial, g	39,4	39,3	39,3
Peso final, g	150,7	145,6	—
Ganancia diaria, g	4,0	3,8	—
Consumo de materia seca, g/día	12,2	13,1	—
Conversión alimenticia <sup>2</sup>	3,5	4,0	—
Mortalidad o/o <sup>3</sup>	0,0	0,0	100,0

1 Ver Cuadro 2.

2 Gramos de alimento consumido por gramo de peso ganado.

3 Todos los animales que consumieron la dieta con proteína de harina de sangre, murieron durante la segunda semana del ensayo.

**Cuadro 8. Índice de eficiencia proteínica y digestibilidad de proteína y materia seca de dietas preparadas con diferentes concentrados proteínicos de origen animal. Ensayo 2.**

Parámetro medido	Dieta <sup>1</sup>		
	1	2	3
Digestibilidad de materia seca, o/o	91,53 <sup>a</sup>	89,50 <sup>b</sup>	—
Digestibilidad de proteína cruda, o/o	85,72 <sup>a</sup>	76,40 <sup>b</sup>	—
Índice de eficiencia proteínica (PER) <sup>2</sup>	2,56 <sup>a</sup>	2,45 <sup>a</sup>	—
Utilización neta de proteína (NPU) <sup>2</sup>	76,30 <sup>a</sup>	73,50 <sup>a</sup>	—

a, b Cifras con letras diferentes dentro de la misma línea, difieren significativamente ( $p < 0,05$ ).

1 Ver Cuadro 2.

2 Ver Cuadro 6.

del grupo control, lo que hace de este producto una excelente fuente de proteína de buena calidad. La digestibilidad de la proteína de la harina de carne y hueso fue de 76,40 por ciento en comparación con la leche con 85,72 por ciento. La diferencia es significativa ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSION

Los resultados del presente estudio corroboran los hallazgos de otras investigaciones en lo referente a la composición química de los concentrados proteínicos de origen animal (7,9), así como también las marcadas diferencias desde el punto de vista de composición química, entre los productos estudiados, dependiendo del tipo de producto y de la procedencia del mismo.

Todos los productos evaluados, mostraron un contenido de proteína que está dentro de los valores encontrados por otros investigadores (3,7, 9,11). Debe destacarse que el contenido de proteína y cenizas de este tipo de productos, puede sufrir variaciones en función del tipo y proporción de materia prima utilizadas y al proceso a que han sido sometidos. Por ejemplo, en el caso

de la fabricación de harina de pescado, si se utiliza pescado entero y con vísceras, el contenido proteínico de la harina es alto, pero cuando se usan residuos de la industria pesquera, tales como cabezas y esqueletos de pescado el contenido de proteína baja y el de cenizas sube. Una situación semejante resulta en el caso de la harina de carne y hueso y la harina de carne. La información obtenida indica que el contenido proteínico de estos productos varía de acuerdo con el tipo de materia prima y con las condiciones de procesamiento. De esta forma, el producto que se denominó como harina de carne mostró un 46,6 por ciento de proteína cruda, las de harinas de carne y hueso mostraron 53,4 y 42,0 por ciento. Según Morrison (12), el contenido de proteína en una harina de carne de buena calidad, debe oscilar entre 50 y 55 por ciento, con lo cual y de acuerdo con este criterio, la harina de carne y hueso con 53,4 o/o debería clasificarse como harina de carne y la harina de carne con 46,6 por ciento de proteína cruda, debería ser clasificada como harina de carne y hueso. Para obviar este problema, la Asociación Norteamericana de Oficiales de Control de Calidad de Alimentos para Animales (1) definió las harinas de carne y carne y hueso en función de la digestibilidad de la proteína en pepsina y del contenido de fósforo; la norma señala que debe indicarse la materia prima utilizada para elaborar el producto, así como el contenido de proteína cruda y fósforo de ésta.

La concentración de grasa de todos los productos estudiados está dentro del rango reportado por Gómez-Brenes (7) y difiere de los valores informados por Johnston y Coon (9), quienes obtuvieron contenidos de grasa superiores para la harina de pescado (8-12 o/o) y menores para las harinas de carne y hueso (8-13 o/o). El contenido de grasa de estas harinas es muy importante, ya que aunque por una parte favorece a estos productos puesto que constituye una fuente de energía, si existe en concentración muy alta, puede ocasionar problemas en la conservación del material, ya que el enranciamiento de la grasa genera productos de su oxidación que pueden ser tóxicos para los animales, además de que disminuyen la palatabilidad del alimento y de que pueden transmitir sabores desagradables a los huevos, la carne y la leche de los animales alimentados con estas harinas.

En relación con el contenido de calcio y fósforo, la información obtenida indica que todos los

materiales estudiados, a excepción de la harina de sangre, son excelentes fuentes de calcio y fósforo. Los datos concuerdan perfectamente con la información obtenida por Gómez-Brenes (7). Es destacable el alto contenido de calcio y fósforo de la harina de carne y hueso proveniente de Montecillos; en lo que se refiere a fósforo, el valor encontrado de 6,09 por ciento, es muy superior al valor mínimo (4,4 por ciento de fósforo) que debe contener una harina de carne y de hueso, para que se le pueda clasificar como tal (1).

En relación con el contenido de sodio de la harina de pescado, debe indicarse que al expresar este valor como cloruro de sodio (NaCl) resulta en un contenido de sal de 2,98 por ciento, valor que es ligeramente inferior al 3 por ciento, considerado por la Asociación Norteamericana de Control de Alimentos para Animales (1), como concentración máxima que puede tener una harina de pescado, sin que se deba informar su valor.

Los resultados de los ensayos con las ratas sugieren que la harina de pescado es una excelente fuente de proteína para los animales y que esta harina no contenía grasas oxidadas puesto que los animales crecieron y consumieron el alimento sin ningún problema. Estos resultados están de acuerdo con los datos de Bressani (3), quien en condiciones semejantes a las del presente estudio observó, en las ratas, ganancias en peso que oscilaron entre 3,11 y 4,54 g/día para el grupo sometido a una harina de pescado, comparando con una ganancia de 2,46 g/día para la caseína. Morrison (11) observó ganancias de peso de 4 g/día en ratas alimentadas con harina de pescado.

La digestibilidad de la materia seca y la proteína de la harina de pescado, indica que este material es perfectamente asimilable por los animales. El índice de eficiencia proteínica (PER) sugiere que la proteína de la harina de pescado tiene una utilización ligeramente inferior a la proteína de la leche, sin embargo esa diferencia no es significativa. Bressani (3) encontró que el PER para harinas de pescado de Centro América varía entre 2,18 y 2,67 en comparación con 2,82 para la caseína. Señala que las variaciones encontradas se deben a la baja calidad de las materias primas utilizadas, las cuales son seleccionadas y procesadas inefficientemente, lo que afecta su valor nutritivo. Sambucetti y Sanahuja (13) en estudios con harina de pescado en Argentina, encontraron valores

de NPU entre 65 y 76,3. Los autores asocian estos cambios a la falta de disponibilidad de metionina (la cual es afectada por la temperatura y la humedad), a la presencia de grupos carbonilos derivados de la oxidación de las grasas y a otros agentes químicos.

En lo referente a las harinas de carne y hueso, se observó que no obstante que los dos productos se venden bajo el mismo nombre y probablemente al mismo precio, su calidad química y biológica es muy diferente. Los resultados muestran que una de las harinas de carne y hueso indujo pérdidas de peso en los animales, mientras que la otra mostró una calidad proteínica semejante a la de la leche o la harina de pescado. Esta diferencia probablemente, se debe a varios factores, entre ellos al tipo de materia prima utilizada en la fabricación, lo que se refleja en la composición química de los productos (Cuadro 4); al sistema de procesamiento, el cual, como se indicó, es diferente en las diferentes fábricas. Probablemente el menor tiempo de calentamiento utilizado para los tejidos suaves (carne, vísceras, etc.) en GISA, provoca una menor destrucción de los aminoácidos y por ello la mejor disponibilidad biológica. Otro aspecto que se debe tomar en cuenta, es la gran diferencia en el contenido de grasa de ambos productos. En la harina de carne y hueso de Montecillos, que estuvo almacenada durante tres semanas antes de su utilización y que contenía más del doble de grasa que la harina de carne y hueso de GISA, pudo haber ocurrido una oxidación de la grasa, dando lugar a la formación de compuestos tóxicos, capaces de causar trastornos a los animales, además de que disminuían la palatabilidad de la dieta. Todos estos factores, individualmente o en forma combinada, producen una disminución en el consumo del alimento, bajando su digestibilidad y provocando una pobre utilización del alimento y de la proteína; todo ello se refleja, evidentemente, en pérdidas de peso de los animales.

### RESUMEN

Este trabajo tuvo como finalidad evaluar química y nutricionalmente algunos de los subproductos de la industria animal utilizados en Costa Rica como fuente de proteínas en la formulación de raciones para animales. Se estudiaron harina de pescado, harina de carne y sangre y dos tipos de harinas de carne y hueso. Se encontró que la harina de pescado contenía 60,5, 2,7, 6,4 y 3,4 por

ciento de proteína, extracto etéreo, calcio y fósforo, respectivamente. El ensayo biológico mostró que los animales alimentados con dietas a base de harina de pescado tuvieron un comportamiento semejante a los de la dieta testigo, en la cual se utilizó leche como fuente de proteína. El índice de eficiencia proteínica (PER) fue de 2,13 en comparación a 2,45 para la leche. Los análisis de la harina de carne indicaron que esta contiene 46,6 por ciento de proteína, 22,0 de extracto etéreo y 5,2 y 2,7 de calcio y fósforo. Los animales alimentados con este material observaron un comportamiento significativamente inferior a los del grupo testigo o con harina de pescado. El PER fue de 0,85. La harina de sangre mostró un contenido de 76,4 por ciento de proteína. Todos los animales alimentados con este material murieron durante la segunda semana experimental. En relación con las harinas de carne y hueso estudiadas, estas mostraron grandes diferencias en su composición química y valor biológico, lo cual es un reflejo de los materiales utilizados en su elaboración y el proceso a que son sometidos. La primera de ellas tuvo un contenido de proteína de 42,1, extracto etéreo 17,3, calcio 11,9 y fósforo 6,1 por ciento en comparación al segundo con 53,4, 8,5, 6,6 y 3,3 por ciento de proteína, extracto etéreo, calcio y fósforo, respectivamente. Los experimentos llevados a cabo en ratas revelaron asimismo grandes diferencias. Los animales alimentados con la dieta a base de la primera harina de carne y hueso perdieron peso (0,1 g/animal/día) y el consumo de alimento fue de sólo 6,9 g/día en comparación a 12,0 g/ para el grupo testigo. Por su parte, los animales con la dieta a base de la segunda harina de carne y hueso tuvieron un comportamiento semejante al grupo testigo (leche) mostrando un PER de 2,45 en comparación a 2,56 para la leche.

### LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL INCORPORATED. Official Publication 1977. Baton Rouge, Louisiana, 70893. p. 196.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Washington, D.C. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11 ed. Washington, D.C., 1970. p. 957.
3. BRESSANI, R., ELIAS, L.G., GOMEZ-BRENES, R.A. Improvement of protein quality by amino acid and protein supplementation.

- In* Bigwood, E.J., ed. I.E.F.N. Vol. 11. Oxford, Pergamon Press, 1972. pp. 475-539.
4. CAMPABADAL, C. El valor nutritivo de las principales fuentes de proteína utilizadas en la alimentación porcina. Séptimo simposium de nutrición y sanidad animal de Centro América y Panamá de la Compañía Pfizer. San José, Costa Rica. Agosto 3-4, 1978. P. irr.
  5. FICK, K.R., *et al.* Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida. Animal Science Department, 1976, p. irr.
  6. FISKE, C.H. y SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry* 66:375-400. 1925.
  7. GOMEZ-BRENES, R. y BRESSANI, R. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. IV. Concentrados proteínicos de origen animal de uso común en el área. *Turrialba* 20:45-52. 1970.
  8. HEGSTED, D.M., *et al.* Choline in the nutrition of chicks. *Journal of Biological Chemistry* 138:459-466. 1941.
  9. JOHNSTON, J. y COON, C.N. A Comparison of six protein quality assays using commercially available protein meals. *Poultry Science* 58:919-927. 1979.
  10. MANNA, L. y HAUGE, S.M. A possible relationship of vitamin B<sub>13</sub> to orotic acid. *Journal of Biological Chemistry* 202:91-96. 1973.
  11. MORRISON, A.B. Factors influencing the nutritional value of fish flour. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 41:1589-1595. 1963.
  12. MORRISON, A.B., *et al.* Evaluation of protein foods VIII. Influence of quality and quantity of dietary protein on net protein utilization. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology* 41:275-281. 1963.
  13. SAMBUCETTI, M.E. y SANAHUJA, J.C. El valor nutritivo de las harinas de pescado y su relación con el contenido de lisina y metionina disponibles. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 19:119-126. 1971.
  14. TARR, H.L.A. y BIELY, J. Effect of processing on the nutritional value of fish meal and related products. *In* Effect of processing on the nutritional value of feeds. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1973. pp. 252-281.