

RELACION ENTRE LOS NIVELES DE INCLUSION DE PULPA DE CAFE Y CONTENIDO PROTEINICO EN RACIONES PARA ANIMALES MONOGASTRICOS¹

*R. A. Gómez-Brenes,² G. Bendaña,² J M González,² J E Braham²
y R Bressani³*

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

RESUMEN

El presente trabajo consistió en determinar los efectos que la pulpa de café fresca o ensilada y deshidratada ejerce en los animales monogástricos, así como el mejor nivel de proteína y de pulpa de café fresca o ensilada en raciones para ratas. Con este propósito, se utilizó pulpa fresca y pulpa ensilada durante 12 meses, ambas deshidratadas al sol.

El análisis químico de estos materiales reveló un menor contenido de cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico en la pulpa ensilada con respecto a la pulpa fresca. Con estos materiales se prepararon 32 raciones experimentales, 16 con pulpa fresca y 16 con pulpa ensilada, se usaron cuatro niveles proteínicos diferentes (10, 15, 20 y 25%) y tres niveles de pulpa (15, 30 y 45%) para cada nivel de proteína en la ración. Se utilizaron ratas como animales experimentales y se realizaron ensayos biológicos cuya duración fue de seis semanas. Los parámetros observados para medir los efectos de los dos tipos de pulpa empleados fueron los siguientes: tasa de mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y digestibilidad aparente de las raciones.

La pulpa ensilada acusó mejor valor nutritivo, menor toxicidad y mayor digestibilidad que la pulpa fresca, habiéndose observado un mejor comportamiento en los animales que consumieron pulpa ensilada que en los que recibieron pulpa fresca.

El aumento en el nivel proteínico de la ración ejerció un efecto protector parcial sobre los efectos negativos de la pulpa, ya que el comportamiento general de los animales mejoró a medida que el porcentaje de proteína aumentaba en la ración.

Manuscrito modificado recibido 30-5-85

1 Los autores agradecen la valiosa asistencia financiera de la Research Corporation, Nueva York, N. Y., Estados Unidos de América (Subvención INCAP No. PN-740), que tuvo a bien prestarles para el desarrollo de este trabajo.

2 Miembros de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.

3 Jefe de la citada División

INTRODUCCION

Los mayores esfuerzos investigativos sobre la utilización de la pulpa de café se han dirigido hacia su uso en nutrición animal, principalmente en rumiantes (1-9). Esto se debe a que dicho material posee ciertas características nutricionales deseables, tales como su contenido de proteína, patrón de aminoácidos, fibra cruda y digestibilidad, propiedades que la hacen potencialmente aceptable en nutrición animal.

A la par de todas estas ventajas, sin embargo, la pulpa de café presenta también ciertas desventajas, como son la presencia de cafeína, taninos y otros compuestos fenólicos a los que se les ha responsabilizado de causar un efecto adverso en los animales que la consumen. Ello da como resultado un bajo consumo de alimento y baja ganancia de peso a medida que se incrementa el porcentaje de pulpa en la ración. Estos hallazgos sugieren que la pulpa, a través de la cafeína, los taninos y de otras sustancias que contiene, puede aumentar los requerimientos proteínicos de los animales mediante mayores ingestas de este nutriente, a fin de compensar el efecto adverso mencionado (10-18).

Bressani *et al.* (4) indican que es de interés señalar que el nivel de proteína en la dieta puede ser un factor protector contra los efectos nocivos de la pulpa de café, dado que en estudios realizados con ratas y pollos, las dietas que contenían pulpa y niveles menores de harina de soya (20%) indujeron más mortalidad que aquéllas que contenían 35% de harina de soya, nivel que aporta más proteína. Otros estudios (3, 8, 10-13, 15, 19-22) han confirmado el efecto protector que la cantidad de proteína en la dieta tiene sobre los efectos tóxicos de taninos y gossipol de muchas materias primas, como pulpa de café, sorgo y harina de algodón, en rumiantes y en monogástricos.

Se ha sugerido (4, 12, 23) que tanto la exposición al sol como la fermentación (aeróbica o anaeróbica) de la pulpa de café antes de ser deshidratada, destruyen parcialmente los factores responsables de los efectos adversos observados, permitiendo a los animales una ganancia de peso satisfactoria. Sin embargo, cabe advertir que otros investigadores (3), al usar pulpa de café ensilada y deshidratada, no encontraron diferencias significativas entre los animales que consumieron pulpa deshidratada sin ensilar, y aquéllos que consumieron pulpa ensilada y deshidratada.

Debido a la gran producción de pulpa de café en Centro y Suramérica, y a la demanda cada día mayor de alimentos para animales monogástricos, en particular en la época de sequía, se consideró de interés llevar a cabo este trabajo de investigación. Su propósito fue determinar los niveles óptimos de proteína y de pulpa de café fresca o ensilada deshidratadas, que dieran los mejores resultados para preparar raciones prácticas utilizables en la industria agropecuaria.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Se usaron dos tipos de pulpa. pulpa de café fresca y pulpa ensilada durante 12 meses en un silo de trinchera ubicado en la Finca Experimental

del INCAP. La pulpa fue ensilada con el agregado de 50/o de melaza de caña de azúcar. Tanto la pulpa fresca como la ensilada se expusieron al sol durante 36 horas, para su deshidratación, hasta alcanzar más o menos 120/o de humedad. Luego de secados los dos tipos de pulpa, se molieron en un molino de martillos a un grosor de 60 mallas, con lo que quedaron listos para los análisis químicos y para incorporarse a las raciones.

En la Tabla 1 se detallan las proporciones de granillo de trigo y pulpa de café utilizadas para elaborar las raciones. Se acordó emplear granillo de trigo por su similitud con el contenido de proteína de la pulpa de café deshidratada. Según puede observarse, las mezclas basales A, B, C y D contienen 45.0, 30:15, 15:30 y 0:45 de granillo de trigo y pulpa de café fresca o ensilada, respectivamente. Los demás ingredientes de las raciones, en términos de porcentaje, eran: mezcla de minerales 4.0 (24); aceite de semilla de algodón, 5.0; y aceite de hígado de bacalao, 1.0. Con estos materiales se prepararon 32 raciones experimentales, 16 con pulpa fresca y 16 con pulpa ensilada. Luego las 16 raciones de cada tipo de pulpa se dividieron en cuatro grupos que contenían 10, 15, 20 y 250/o de proteína, respectivamente.

TABLA 1

COMPOSICION DE LA MEZCLA BASAL UTILIZADA PARA PREPARAR LAS RACIONES CON DIFERENTES CANTIDADES DE PROTEINA Y PULPA DE CAFE FRESCA O ENSILADA

	A*	B*	C*	D*
Granillo de trigo	45.0	30.0	15.0	—
Pulpa de café (fresca o ensilada)	—	15.0	30.0	45.0
Minerales	4.0	4.0	4.0	4.0
Aceite de semilla de algodón	5.0	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao	1.0	1.0	1.0	1.0
Total	55.0	55.0	55.0	55.0

* A, B, C y D indican diferentes porcentajes de pulpa de café en la mezcla basal, los cuales se utilizaron para preparar las raciones de la Tabla 2.

Estos porcentajes de proteína se obtuvieron agregando a la mezcla basal (Tabla 1) cantidades crecientes de harina de soya (Tabla 2). Cada una de las raciones de cada grupo proteínico se balanceó en su contenido de fibra cruda; para esto último, se tomó como referencia la ración que contenía más fibra cruda, que siempre fue la que incluía 450/o de pulpa de café fresca o ensilada, usándose para el caso, celulosa pura (alphacel). Las raciones se ajustaron a 100 g agregándoles cantidades suficientes de almidón. Todas ellas se suplementaron con 5 ml de una solución de vitaminas (25) por cada 100 g de ración.

Las raciones 1, 5, 9, 13, 17, 21, 25 y 29 no contenían pulpa de café y sirvieron como control; las restantes contenían 15, 30 y 450/o de pulpa fresca o ensilada.

TABLA 2

COMPOSICION PORCENTUAL Y CONTENIDO PROTEINICO DE LAS RACIONES CON DIFERENTES NIVELES DE PULPA FRESCA (P. F.) O PULPA ENSILADA (P. E.) USADAS EN EL ENSAYO CON RATAS EN CRECIMIENTO

No. de ración		Mezcla basal*		Harina de soya		Alphacel**		Almidón	
P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.	P.F.	P.E.
Raciones con 10% de proteína									
1	17	A	A	10.00	11.00	9.15	8.92	25.85	25.08
2	18	B	B	10.00	11.00	6.60	6.45	28.40	27.55
3	19	C	C	10.00	11.00	4.05	3.97	30.95	30.03
4	20	D	D	10.00	11.00	1.50	1.50	33.50	32.50
Raciones con 15% de proteína									
5	21	A	A	20.00	21.00	8.65	8.42	16.35	15.58
6	22	B	B	20.00	21.00	6.10	5.95	18.90	18.05
7	23	C	C	20.00	21.00	3.55	3.47	21.45	20.53
8	24	D	D	20.00	21.00	1.00	1.00	24.00	23.00
Raciones con 20% de proteína									
9	25	A	A	30.00	31.00	8.15	7.92	6.85	6.08
10	26	B	B	30.00	31.00	5.60	5.45	9.40	8.55
11	27	C	C	30.00	31.00	3.05	2.97	11.95	11.03
12	28	D	D	30.00	31.00	0.50	0.50	14.50	13.50
Raciones con 25% de proteína									
13	29	A***	A	40.00	41.00	7.65	7.42	—	—
14	30	B	B	40.00	41.00	5.00	4.95	—	—
15	31	C	C	40.00	41.00	2.55	2.47	2.45	1.53
16	32	D	D	40.00	41.00	—	—	5.00	4.00

* Mezcla basal: Tabla 1.

** Alphacel: celulosa pura.

*** 42.35 de granillo de trigo en mezcla basal.

5 ml de solución de vitaminas/100 g de ración (25).

Ensayos Biológicos

Se utilizaron ratas jóvenes de la raza Wistar, de 21 días de edad, provenientes del bioterio del INCAP, distribuyéndose a razón de ocho ratas por cada ración (cuatro machos y cuatro hembras), procurándose una variabilidad mínima entre ellas. Todos los animales se alojaron en jaulas individuales de material galvanizado con pisos de malla, provistos de comederos y bebederos individuales.

Cada ensayo biológico tuvo una duración de seis semanas, con el fin de que las ratas se adaptasen al consumo de pulpa de café. Los parámetros usados para evaluar la comparación entre pulpa fresca y pulpa ensilada y el

efecto del porcentaje de proteína sobre el porcentaje de pulpa de café fresca o ensilada en la ración, fueron los siguientes. mortalidad de los animales, consumo de alimento, ganancia de peso, índice de eficiencia de utilización del alimento (IEA) y digestibilidad aparente (DA).

Para obtener los datos de mortalidad, consumo de alimento y ganancia ponderal, se llevó un registro minucioso de las muertes que ocurrían y se midieron semanalmente las cantidades de alimento consumido y la ganancia de peso, con lo cual se calculó el IEA. La digestibilidad aparente se obtuvo durante la cuarta semana de experimentación, en la que la cantidad de alimento ingerido se midió, determinándose a continuación, la cantidad de nitrógeno en las heces.

Para evaluar los resultados obtenidos en los ensayos biológicos con pulpa fresca y con pulpa ensilada, los datos recolectados se sometieron a análisis de varianza.

Análisis Químicos

Previo a la elaboración de las raciones, se determinó la composición química proximal de los ingredientes usados y el contenido de cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico de la pulpa de café fresca y ensilada secadas al sol, siguiendo los métodos de la AOAC (26), Ishler, Finucane y Borker (27), Joslyn (28) y Pomenta y Burns (29).

RESULTADOS

Composición Química

Los resultados del análisis químico de los ingredientes incluidos en las raciones se exponen en la Tabla 3. Como puede notarse, la pulpa ensilada secada al sol contiene mayor cantidad de extracto etéreo (4.00/o) y menor cantidad de los otros compuestos analizados, en contraste con los resultados obtenidos con pulpa fresca, también secada al sol. Ello atañe principalmente al contenido de cafeína, taninos y ácido clorogénico, los cuales fueron reducidos significativamente por el proceso de ensilaje. Los datos en cuanto a la harina de soya y al granillo de trigo, según se aprecia, se encuentran en los niveles normales para estos ingredientes.

Ensayos Biológicos

Mortalidad — La Tabla 4 muestra la secuencia de mortalidad observada semana a semana en el caso de cada una de las raciones usadas tanto en el ensayo con pulpa fresca, como en el de pulpa ensilada.

En el primero de ellos (ensayo con pulpa fresca) hubo mayor mortalidad que en el segundo (pulpa ensilada), principalmente a los niveles de 30 y 450/o de pulpa (raciones 3 y 4, 7 y 8, 11 y 12), cuyos porcentajes de proteína fueron de 10, 15 y 200/o, respectivamente. En estos grupos, la mortalidad mínima fue de 12.50/o y la máxima de 1000/o. Con la pulpa ensilada la mortalidad fue menor, oscilando estos valores entre 12.5 y 500/o con las raciones 18, 19 y 20, 24 y 28 a niveles de 10, 15 y 200/o de proteína en la ración. En la misma Tabla 4 puede observarse, asimismo,

TABLA 3

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LOS INGREDIENTES USADOS EN LAS RACIONES Y CONTENIDO DE CAFEINA, TANINOS, ACIDO CLOROGENICO Y ACIDO CAFEICO EN LA PULPA DE CAFE FRESCA Y ENSILADA SECADAS AL SOL (g/o)

	Pulpa de café		Harina de soya	Granillo de trigo
	Fresca	Ensilada		
Humedad	11.50	11.70	11.70	12.50
Extracto etéreo	2.80	4.00	1.60	5.20
Fibra cruda	21.00	19.50	5.00	4.00
Proteína (N x 6.25)	12.00	10.00	50.00	14.70
Cenizas	9.90	9.10	5.40	3.60
Cafeína	0.98	0.65	—	—
Taninos	2.20	1.35	—	—
Acido clorogénico	1.73	1.48	—	—
Acido cafeico	0.19	0.16	—	—

que la mortalidad de las ratas alimentadas con pulpa fresca disminuyó a 37.50/o (raciones 15 y 16) cuando el nivel de proteína en la ración era de 250/o; no se observó este descenso de mortalidad en los animales alimentados con pulpa ensilada al mismo nivel de proteína en la ración. También llama la atención el hecho de que el mayor número de muertes haya ocurrido durante las primeras dos semanas; de la tercera a la quinta sólo ocurrieron muertes esporádicas, mientras que en la última semana ya no hubo mortalidad.

Consumo de alimento — Como regla general, puede decirse que a medida que el porcentaje de proteína en las raciones aumentaba, el consumo de alimento también aumentó. Dentro de cada grupo proteínico, a medida que ascendía el porcentaje de pulpa de café fresca o ensilada en la ración, el consumo de alimento disminuía, excepto cuando el nivel de pulpa en la ración era de 150/o. En ese caso, el consumo de alimento fue casi igual o mayor que en las raciones que no incluían pulpa de café. Las Tablas 5 y 6 y la Figura 1 muestran, tanto en forma numérica como gráfica, lo que ocurrió con el consumo de alimento. Según se aprecia, los consumos de alimento fueron mayores en los animales alimentados con raciones elaboradas con pulpa ensilada, que en aquéllos que recibieron las raciones que contenían pulpa fresca.

El análisis estadístico del ensayo con pulpa fresca reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) o en los consumos de alimento. Ello indica que todas las raciones que contenían 150/o de pulpa de café acusaban consumos mayores que las que contenían 30 ó 450/o de pulpa, y a veces hasta de aquéllas que no contenían pulpa, aunque en ese caso las diferencias no fueron significativas, salvo en el caso de la ración 2, en que sí hubo significancia. En el ensayo con la pulpa ensilada también hubo diferencias

TABLA 4

SECUENCIA DE MORTALIDAD SEMANAL DE LAS RATAS, OBSERVADA DURANTE 6 SEMANAS EN LOS ENSAYOS BIOLÓGICOS CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PULPA DE CAFÉ Y PROTEÍNA EN LA DIETA

00/o pulpa	15°/o pulpa		30°/o pulpa		45°/o pulpa	
	Fresca	Ensilada	Fresca	Ensilada	Fresca	Ensilada
	Semanas 1 2 3 4 5 6					
Dieta 10°/o prot.		1/8* 12.5**	5/8* 62.5**	1/8* 12.5**	8/8* 100.0**	2/8* 25.0**
Dieta 15°/o prot			1/8* 12.5**		8/8* 100.0**	2/8* 25.0**
Dieta 20°/o prot.			2/8* 25.0**		8/8* 100.0**	4/8* 50.0**
Dieta 25°/o prot.			3/8* 37.5**	1/8* 12.5**	3/8* 37.5**	4/8* 50.0**

● Ratas muertas.

* Muertas/vivas (8 ratas/grupo: 4 machos y 4 hembras).

** Porcentaje de mortalidad.

TABLA 5

RESULTADOS DEL ENSAYO BIOLÓGICO CON RATAS ALIMENTADAS
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PROTEÍNA Y PULPA DE CAFÉ
FRESCA EN LA RACIÓN

Ración	o/o pulpa	Alimento consumido g	Peso ganado g	IEA**	o/o DA***
10% proteína					
1	0	574 ^a	108 ^a	5.4 ^a	78.0
2	15	460 ^b	52 ^b	9.2 ^b	69.0
3	30	319 ^c	-12 ^c	—	65.0
4	45	*	*	*	*
15% proteína					
5	0	616 ^d	146 ^d	4.2 ^c	76.6
6	15	619 ^d	128 ^d	4.8 ^c	68.0
7	30	344 ^c	34 ^c	10.5 ^b	65.5
8	45	*	*	*	*
20% proteína					
9	0	618 ^d	159 ^d	3.9 ^c	78.8
10	15	695 ^d	155 ^d	4.5 ^c	71.2
11	30	436 ^b	66 ^b	7.1 ^b	66.0
12	45	*	*	*	*
25% proteína					
13	0	623 ^d	167 ^d	3.8 ^c	79.0
14	15	657 ^d	160 ^d	4.1 ^c	70.6
15	30	492 ^b	72 ^b	7.6 ^b	71.0
16	45	496 ^b	48 ^c	10.6 ^c	70.6

Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$). — = Negativo.

* 100% mortalidad.

** IEA = $\frac{\text{Alimento consumido, g}}{\text{Ganancia en peso, g}}$

*** o/o DA = $\frac{\text{N ingerido} - \text{N fecal}}{\text{N ingerido}} \times 100$

significativas ($P < 0.05$) en los consumos de alimento, mostrando siempre que cuando recibían las raciones con 15% de pulpa el consumo era mayor, y que no había diferencias significativas entre éstas y las raciones testigo.

Ganancia de peso — A medida que el porcentaje de proteína en las raciones se aumentaba, ocurrió un incremento de peso. No obstante, dentro de cada grupo proteínico hubo una relación inversa entre la ganancia de peso y el porcentaje de pulpa fresca o ensilada en la ración (Tablas

TABLA 6

**RESULTADOS DEL ENSAYO BIOLÓGICO CON RATAS ALIMENTADAS
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE PROTEÍNA Y PULPA DE CAFÉ
ENSILADA EN LA RACIÓN**

Ración	o/o pulpa	Alimento consumido g	Peso ganado g	IEA*	o/o DA**
10°/o proteína					
17	0	556 ^a	105 ^a	5.3 ^a	79.6
18	15	522 ^b	74 ^b	7.2 ^b	70.8
19	30	392 ^c	18 ^c	24.2 ^c	67.7
20	45	326 ^c	-14 ^c	—	48.8
15°/o proteína					
21	0	696 ^d	156 ^e	4.4 ^d	78.1
22	15	665 ^d	129 ^e	5.2 ^a	72.5
23	30	486 ^e	74 ^b	6.8 ^b	63.7
24	45	360 ^c	14 ^c	42.0 ^e	61.7
20°/o proteína					
25	0	647 ^d	172 ^e	3.7 ^d	79.2
26	15	698 ^d	138 ^e	5.0 ^a	72.9
27	30	606 ^d	113 ^a	5.4 ^c	67.0
28	45	443 ^e	41 ^c	9.8 ^f	62.9
25°/o proteína					
29	0	654 ^d	175 ^e	3.7 ^d	78.9
30	15	688 ^d	157 ^e	4.4 ^a	72.3
31	30	607 ^b	126 ^a	4.8 ^a	72.3
32	45	471 ^c	62 ^b	8.4 ^f	70.4

Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

— = Negativo.

$$* \text{ IEA} = \frac{\text{Alimento consumido, g}}{\text{Ganancia en peso}}$$

$$** \text{ o/o DA} = \frac{\text{N ingerido} - \text{N fecal}}{\text{N ingendo}} \times 100$$

5 y 6). La mayor ganancia ponderal se obtuvo con las raciones utilizadas como control, las que no contenían pulpa.

En el ensayo con pulpa fresca (Figura 1), se observó que en el caso de la ración 3 (10°/o de proteína y 30°/o de pulpa) la ganancia de peso era negativa. Lo mismo sucedió en el ensayo con pulpa ensilada (Figura 2), siendo la ración 20 (que contenía 10°/o de proteína y 45°/o de pulpa) la que provocó una pérdida en el peso de las ratas.

El análisis estadístico del ensayo con pulpa fresca acusó diferencias significativas ($P < 0.05$) en cuanto a ganancia de peso, mostrando que las

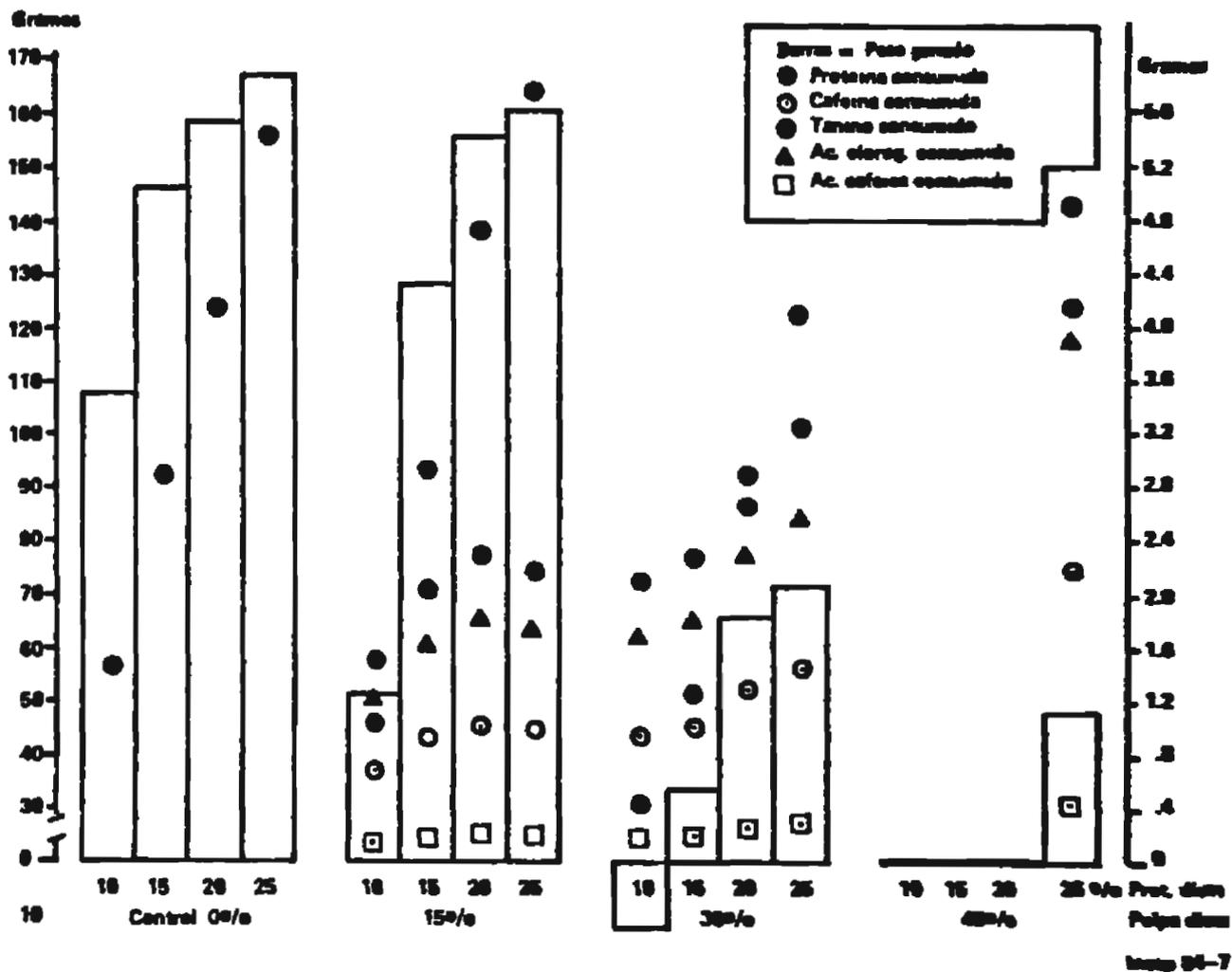


FIGURA 1

Ganancia de peso y consumo de proteína (izquierda), cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico (derecha), obtenidos durante el ensayo biológico con ratas alimentadas con pulpa de café fresca

raciones testigo produjeron mayores ganancias ponderales. Pero entre las raciones con pulpa de café, las que indujeron mayores ganancias fueron las que contenían 150/o de pulpa. No se constataron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre ellas, aunque tuvieran diferentes niveles de proteína, salvo en el caso de la ración 2 (100/o de proteína y 150/o de pulpa), que sí difirió del resto.

El ensayo con pulpa ensilada también reveló diferencias significativas ($P < 0.05$) en el análisis estadístico, y siguió la misma tendencia observada con pulpa fresca. De nuevo se comprobó que entre las raciones con pulpa, las que producían mayores ganancias eran las que contenían 150/o, sin diferencias estadísticas entre ellas, exceptuando la ración 18 (100/o de proteína y 150/o de pulpa).

Índice de eficiencia de utilización alimenticia (IEA) — El IEA siguió la misma tendencia que el incremento en el peso, es decir que a medida que el porcentaje de proteína en las raciones se elevaba, el IEA mejoraba, y dentro de cada grupo proteínico, a medida que el porcentaje de pulpa de café aumentaba, el IEA disminuía (Tablas 5 y 6). Si se comparan los valores de IEA del ensayo con pulpa fresca con los de pulpa ensilada, se observa que todos los valores obtenidos con pulpa fresca son más altos

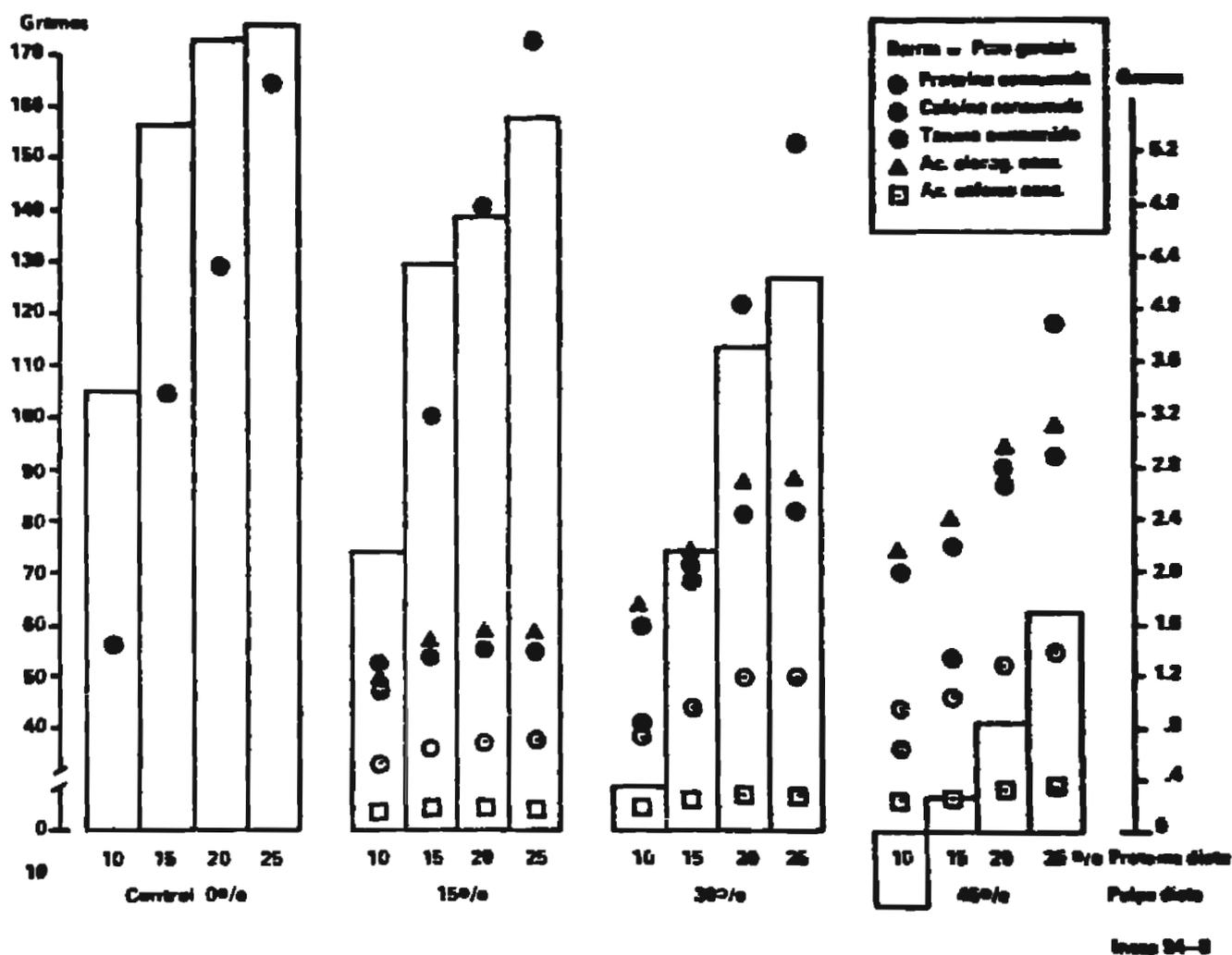


FIGURA 2

Ganancia de peso y consumo de proteína (izquierda), cafeína, taninos, ácido clorogénico y ácido cafeico (derecha), obtenidos durante el ensayo biológico con ratas alimentadas con pulpa de café ensilada

que los que indujo la pulpa ensilada; se exceptúa el caso en que la pulpa fresca se encontraba a un nivel de 150/o en la ración y a 15, 20 y 250/o de proteína, lo que indica que los animales aprovechan mejor la pulpa ensilada. El análisis estadístico del IEA, tanto en el ensayo con pulpa fresca como en el de pulpa ensilada, mostró que las raciones testigo y las que contenían solo 150/o de pulpa difirieron significativamente ($P < 0.05$) del resto; muestran también un mejor IEA, excepto las raciones 2, 4, y 18 que contenían 100/o de proteína y 150/o de pulpa. Entre las raciones 6, 10 y 14 de pulpa fresca, y 22, 26 y 30 de pulpa ensilada (150/o de pulpa y 15, 20 y 250/o de proteína, respectivamente), no hubo diferencias significativas.

Digestibilidad aparente — Las Tablas 5 y 6 también muestran los valores de digestibilidad aparente obtenidos tanto en el ensayo con pulpa fresca, como con pulpa ensilada. Se observa que, a todos los niveles proteínicos, las raciones que no contenían pulpa de café acusaron mayores valores de digestibilidad. También se aprecia la tendencia a menores valores de digestibilidad a medida que el porcentaje de pulpa en la ración aumenta, en cualquiera de los cuatro niveles de proteína usados. Se constató un

incremento en digestibilidad en el caso de raciones con alto contenido de pulpa (30 y 45%), al aumentar el porcentaje de proteína en la ración. El ensayo con pulpa ensilada acusó mayores valores de digestibilidad aparente que el ensayo con pulpa fresca, aunque las diferencias fueron mínimas.

En la Tabla 7 se presentan los resultados del análisis de varianza y los valores de F obtenidos.

TABLA 7

RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA Y DE LAS INTERACCIONES
ENTRE LOS DIVERSOS TRATAMIENTOS

	F calculada		
	IEA	Mortalidad	DA
Procesamiento	15.58**	16.67**	13.81**
Proteína	4.62**	1.30 NS	2.12 NS
Pulpa de café	7.51**	70.30**	87.37**
Proteína x pulpa	5.45**	1.70 NS	1.41 NS
Procesamiento x proteína	4.22**	3.30*	2.70*
Procesamiento x pulpa	6.30**	10.00**	7.41**
Procesamiento x proteína x pulpa	10.35**	3.60*	3.28**

IEA = Índice de eficiencia alimenticia.

DA = Digestibilidad aparente.

NS = No significativo.

* = Significativo al 5%.

** = Significativo al 1%.

DISCUSION

Los hallazgos de este trabajo destacan tres hechos importantes, que se resumen en las Figuras 1 y 2. Estos son:

a) Al usar pulpa de café fresca o ensilada en raciones para ratas, se obtienen respuestas diferentes por parte de los animales que las consumen, y se observa un mejor comportamiento en los que consumen pulpa ensilada.

b) A medida que el porcentaje de pulpa fresca o ensilada en la ración aumenta, hay una relación inversa entre dicho porcentaje y el comportamiento general de los animales.

c) A medida que el porcentaje de proteína en la ración se incrementa, los efectos tóxicos de la pulpa fresca o ensilada disminuyen, lo que sugiere que existe un efecto protector cuando se eleva el nivel de proteína.

El mejor comportamiento de los animales que consumieron pulpa ensilada en contraste con los que se alimentaron con pulpa fresca se debe, posiblemente, a que la primera contiene menor cantidad de los factores que se consideran responsables de causar efectos adversos en los animales que consumen pulpa de café, por ejemplo, cafeína, taninos y ácido cloro-

génico (Tabla 3). Además, la pulpa ensilada contiene mayor cantidad de extracto etéreo, debido probablemente a la producción de ácidos orgánicos (acético, láctico, propiónico). Esto podría mejorar la digestibilidad y el sabor aceptable de las raciones, aumentando a la vez el consumo de alimento y las ganancias de peso. El factor responsable de estos cambios favorables que ocurren en la pulpa de café es el proceso de ensilaje. Se sabe que tanto el almacenamiento como la fermentación de la pulpa reducen su nivel de cafeína hasta en un 50% (30).

El hecho de que exista una relación inversa entre el contenido de pulpa en la ración y el comportamiento general de los animales (mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso) se debe a que a medida que aumenta el contenido de pulpa fresca o ensilada, aumenta también la cantidad de compuestos tóxicos. Ello provoca menor digestibilidad, mayor mortalidad, menor consumo de alimento, menores ganancias de peso y, por ende, menor conversión alimenticia.

Los efectos negativos que ocasionan los dos tipos de pulpa usados disminuyen a medida que el nivel de proteína en la ración se eleva; en otras palabras, mientras mayor es el porcentaje de proteína en la ración, más tenues, aunque no del todo anulados, son los efectos tóxicos de la pulpa. De todos modos, se observa que existe un efecto protector, aunque parcial, producido por el aumento de los niveles de proteína en la ración. Puede decirse que este efecto de protección es válido mientras no se sobrepasen ciertos niveles de pulpa en la ración, que en el presente estudio, al parecer, estaban comprendidos entre el 15 y el 30%.

A medida que el porcentaje de pulpa se incrementa, se produce una disminución en el consumo de alimento y en la cantidad de nitrógeno absorbido, además de que la cafeína, por su efecto diurético (19), causa mayores pérdidas de nitrógeno por la orina. Todo esto induce mayores requerimientos de proteína en los animales alimentados con pulpa de café, y al adicionar niveles cada vez mayores de ésta en la ración, el comportamiento general de los animales mejora. Varios autores han encontrado mejoras en el comportamiento general de los animales que consumen pulpa de café, cuando el contenido de proteína en la ración se aumenta (4, 8, 14, 19). Por otra parte, al elevar la cantidad de proteína en la ración, parte de este nutriente probablemente reaccione con cafeína o taninos, formando un complejo proteína-tanino o proteína-cafeína, ya que proporciona al animal la oportunidad de aprovechar mejor la proteína sobrante. Otro papel importante que juega la adición de proteína a raciones elaboradas con pulpa de café, es la baja disponibilidad de la proteína de la pulpa, que es de 30% para pulpa fresca y 40% para pulpa ensilada (19). Por lo tanto, todo aumento en proteína que no provenga de la pulpa es rápidamente aprovechado por el organismo del animal.

SUMMARY

RELATION BETWEEN THE INCLUSION OF COFFEE PULP LEVELS AND PROTEIN CONTENT IN RATIONS FOR MONOGASTRIC ANIMALS

The purpose of this research was to determine the effect of including fresh and ensilaged coffee pulp in rations for monogastric animals, and find the best protein and

coffee pulp levels in rations for rats. Fresh coffee pulp and pulp ensilaged for 12 months were used; both kinds of pulp were sun-dried before incorporating them into the rations.

The chemical analyses of the pulps revealed a lower content in caffeine, tannins, chlorogenic acid and caffeic acid in the ensilaged pulp than in fresh coffee pulp. Thirty-two experimental rations were prepared, 16 with fresh coffee pulp and 16 with the ensilaged by-product, distributed into four different protein levels (10, 15, 20 and 25%), and three levels of pulp (15, 30 and 45%) for each protein level. The rations thus prepared were fed to Wistar albino rats for a six-week period. The parameters used to measure the effect of the two types of pulp were mortality rate, food consumption, weight gain, food conversion and apparent digestibility of the rations.

Ensilaged pulp had a higher nutritive value, lower toxicity and better digestibility than fresh pulp. The increase in the protein level of the ration resulted in partial protection against the negative effects of coffee pulp on the performance of animals, since this improved as the protein level of the ration increased.

BIBLIOGRAFIA

1. Alfaro, E. E., H. Fonseca & C. E. Boschini. Incorporación de la pulpa de café deshidratada en la preparación de concentrados para vacas lecheras en producción. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales. Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 31.
2. Berducido, L., R. Jarquín, J. M. González & R. Bressani. Uso de la pulpa de café en la alimentación del cerdo crollo. Presentado en: III Congreso de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ciudad de Guatemala, 26-31 de agosto de 1974. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1974, 8 p. (Documento mimeografiado).
3. Braham, J. E., R. Jarquín, J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. Arch. Latinoamer. Nutr., 23: 379-388, 1973.
4. Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín & L. Urrutia de Del Valle. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba, 23(4): 403-409, 1973.
5. Cabezas, M. T., J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. Turrialba, 24(1): 90-94, 1974.
6. Cabezas, M. T. Utilización de la pulpa de café para la alimentación de ganado bovino. Rev. AGA (Guatemala), Año 16 - Epoca IV - No. 26: 16-19, 1973.
7. Cabezas, M. T. Utilización de la pulpa de café en alimentación de ganado de carne. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 23-25.
8. Daqui, L. E. Características Químicas y Nutricionales de la Pulpa de Café Ensilada con Pasto Napier y Planta de Maíz. Tesis (*Magister Scientifiae*). 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, C. A. 1975, 103 p.

9. Estrada, E. Cambios bioquímicos en el plasma sanguíneo de bovinos y porcinos alimentados con pulpa de café. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 26-27.
10. Flores Recinos, F. Respuesta Bioeconómica de Novillos de Engorde con Diferentes Niveles de Pulpa de Café Ensilada y Proteína. Tesis (*Magister Scientifcae*). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, 1973, 53 p.
11. Flores, F. & M. E. Ruiz. Respuesta bioeconómica de novillos de engorde y alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 28.
12. Jaffé, W. G. & D. S. Ortiz. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. *Agro (Venezuela)*, 23: 31-37, 1952.
13. Jarquín, R., F. A. Rosales, J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. IX. Uso de la pulpa de café en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. *Turrialba*, 24(4): 353-359, 1974.
14. Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba*, 23:(1): 41-47, 1973.
15. Jarquín, R., R. Gómez-Brenes, L. Berducido, J. M. González & R. Bressani. Uso de la pulpa de café en la alimentación del cerdo criollo. En: Informe Anual del Instituto de Nutrición de Centro América y Pznamá — 1o. enero - 31 de diciembre de 1974. Guatemala, INCAP, 1975, p. 13.
16. Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, 92 p.
17. Rodríguez, J. A., M. E. Ruiz & H. Fonseca. Calidad del ensilaje de pulpa de café con o sin melaza y efecto del tiempo de exposición al ambiente de la pulpa previo a su ensilado. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 42.
18. Choussy, F. La pulpa de café como alimento para el ganado. *Bol. Instituto Tecnológico de El Salvador*, 1: 1-15, 1944.
19. Vargas G., E. Valor Nutritivo de la Pulpa de Café. Tesis (*Magister Scientifcae*). 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, C. A., 1974, 77 p.
20. Schaffert, R. E., D. L. Oswald & J. D. Axtell. Effect of supplemental protein on the nutritive value of high and low tannin *Sorghum bicolor* (L.). Moench grain for the growing rat. *J. Animal Sci.*, 39: 500-505, 1974.
21. Kornegay, E. T., A. J. Clawson, F. H. Smith & E. R. Barrick. Influence of protein source on toxicity of gossypol in swine rations. *J. Animal Sci.*, 20: 597-602, 1961.
22. Osegueda, F. L., R. A. Quiteño h., R. A. Martínez & M. Rodríguez Ch. Uso de pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. *Agric. El Salvador*, 10: 3-9, 1970.

23. Murillo, B. Composición química y fraccionamiento de los componentes regulares de pulpa de café ensilada con aditivos. En: Informe Final de la Primera Reunión Internacional sobre la Utilización de Subproductos del Café en la Alimentación Animal y Otras Aplicaciones Agrícolas e Industriales, Turrialba, Costa Rica, 11 a 14 de junio de 1974. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974, p. 40.
24. 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.
25. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202: 91-96, 1953.
26. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970, 957 p.
27. Ishler, N. H., T. P. Finucane & E. Borker. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. *Anal. Chem.*, 20: 1162-1166, 1948.
28. Joslyn, M. A. Tannins. En: *Methods in Food Analysis*. Joslyn, M. A. (Ed.). New York, N. Y., Academic Press, Inc., Publishers, 1950, p. 471-481.
29. Pomenta, J. V. & E. E. Burns. Factors affecting chlorogenic, quinic and caffeic acid levels in sunflower kernels. *J. Food Sci.*, 36: 490-492, 1971.
30. Bressani, R., E. Estrada & R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café. I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba*, 22(3): 299-304, 1972.