

EVALUACION DE LA PULPA DE CAFE COMO POSIBLE SUSTITUTO DEL MAIZ EN RACIONES PARA POLLOS DE CARNE¹

Ricardo Bressani² y Jorge Mario González³

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

RESUMEN

Se describe un estudio cuyo propósito fue recabar información sobre la posibilidad de utilizar pulpa de café como ingrediente en raciones para pollos en crecimiento. Un segundo objetivo fue evaluar el efecto de la adición del metabisulfito de sodio sobre el valor nutritivo de dicho subproducto.

Se utilizaron pollos de 15 días de edad, los cuales se alimentaron a partir de un día de edad con una dieta sin pulpa de café, y subsecuentemente por un período de tres semanas con raciones que contenían 10, 20 y 30% de pulpa de café, sin tratar y tratada con soluciones de 1 y 2% de metabi-

1 Esta investigación se llevó a cabo con fondos provenientes de las Subvenciones Nos. PN-740 de la Research Corporation, N.Y., y PN-841 del International Development Research Centre, Ottawa, Canadá. Se contó asimismo, con la ayuda financiera de la empresa "Pulpa de Café, S.A.", con sede en San José, República de Costa Rica.

2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP.

3 Agrónomo miembro de la citada División, y Administrador de la Finca Experimental del INCAP, "San Antonio Pachalí", departamento de Sacatepéquez, Guatemala.

sulfito de sodio. Al finalizar este período experimental, las aves se alimentaron durante 5 semanas más con dietas elaboradas con 30^o/o de pulpa.

Los resultados del primer período experimental demostraron un efecto negativo de la pulpa en la dieta sobre el aumento de peso, la eficiencia de alimentación y el consumo de agua/peso, a medida que el nivel de su incorporación aumentaba. Aparentemente, el tratamiento de la pulpa con la solución de 2^o/o de metabisulfito mejoró los parámetros indicados pero sin alcanzar los del grupo testigo.

Durante la segunda etapa del estudio los grupos alimentados con 30^o/o de pulpa de café, con y sin tratamiento con metabisulfito, crecieron menos y mostraron eficiencias alimenticias significativamente inferiores a las del grupo testigo. Un hecho de interés fue la ausencia de mortalidad en los pollos, aun en aquéllos cuya dieta contenía niveles de pulpa hasta de 30^o/o en la primera etapa del estudio.

A partir de los datos se concluyó que el uso de niveles bajos de pulpa de café, de alrededor de 10^o/o, en dietas para pollos de carne, ofrece buenas posibilidades. No obstante, es necesario realizar estudios adicionales antes de formular cualquier recomendación al respecto.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha notado un resurgimiento del interés por aprovechar la pulpa de café en la industria animal, sobre todo en la alimentación de bovinos (1-5) y porcinos (6,7). Existen, sin embargo, algunos estudios indicativos de que la pulpa de café podría utilizarse también en la alimentación avícola (8, 9), a pesar de que al incorporarse en la ración a niveles altos, la eficiencia alimenticia y el crecimiento de los pollos disminuyen, observándose también un aumento en los índices de mortalidad (8, 9).

Se desconoce el porqué de estas observaciones, pero sí se cuenta con cierta información sobre el efecto combinado de la cafeína y los taninos (10, 11). Por otro lado, algunos estudios han sugerido que el tratamiento de la pulpa de café con metabisulfito de sodio tiende a mejorar la calidad nutritiva del subproducto, evaluada a través de análisis químicos (12,13). Por consiguiente, reconociendo que el resultado biológico no se puede predecir a partir de los resultados químicos, se acordó evaluar la pulpa de café tratada con metabisulfito, usándola como sustituto del maíz en raciones para pollos de carne.

MATERIALES Y METODOS

La pulpa utilizada en el presente estudio se obtuvo de café de altura, procesado por el método húmedo en un beneficio del altiplano de Guatemala. El subproducto recién obtenido se transportó de inmediato a la Finca Experimental del INCAP para su procesamiento. Parte del material se extendió en un lienzo plástico a un espesor de 5 cm para ser deshidratado por medio de energía solar, revolviéndola cada 2 ó 3 horas; este procedimiento requirió cerca de 24 horas de exposición al sol. Una segunda porción se roció con 5 litros de una solución al 1% de metabisulfito de sodio por cada 150 kg de pulpa fresca, y una tercera y última porción fue rociada con 5 litros de una solución al 2% del mismo compuesto químico, también por cada 150 kg de pulpa fresca. En ambos casos la pulpa se revolvió para lograr su mejor contacto posible con el metabisulfito, y luego se deshidrató al sol. En esta forma se prepararon 35 kg de pulpa deshidratada, la cual se molió y analizó por el método de Kjeldahl (14) para determinar su contenido de proteína cruda. Este varió entre 9.5 y 10.3%.

Con la pulpa de café obtenida en la forma descrita se prepararon 10 dietas, cuatro de las cuales se detallan en la Tabla 1. Como se observa, en base a peso, en las dietas Nos. 2, 3 y 4, la pulpa sustituyó una cantidad igual de maíz amarillo molido (10, 20 y 30% respectivamente). En otras 3 dietas (Nos. 8, 9 y 10) se utilizó pulpa de café tratada con 1% de solución de metabisulfito de sodio, y en otras tres, pulpa tratada con la misma solución, esta vez al 2%. Las dietas no se uniformizaron en lo que a fibra cruda se refiere, a pesar de que la pulpa contiene cantidades significativamente mayores de este componente que el maíz.

En los ensayos biológicos se utilizaron 200 pollos de un día de edad, los que fueron alimentados durante 15 días con la dieta testigo, sin pulpa (Tabla 1). Los polluelos, en grupos de 10, se alojaron en baterías especiales con temperaturas controladas y en ese período se sometieron a mediciones de peso, consumo de alimento y de agua por grupo.

Después de dos semanas de estar sometidos a dicho tratamiento, los animales se pesaron y se distribuyeron en grupos de 10, según el peso, asignando dos grupos por dieta. El peso inicial fue igual para todos los grupos, los cuales se alojaron en sus respectivas jaulas, alimentándose por 21 días con las dietas correspondientes. Durante este período también se midieron los

cambios de peso, consumo de alimento y consumo de agua por grupo. Al finalizar esta segunda parte del estudio se integraron grupos de 50 pollos, los que se alojaron en gallineros con piso de cemento y se alimentaron por 3 semanas más con las dietas Nos.

TABLA 1

**INGREDIENTES DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES
UTILIZADAS EN EL ESTUDIO
(Expresados en ‰)**

Ingredientes	Dietas No.			
	1 (Testigo)	2	3	4
Harina de soya	35.00	35.00	35.00	35.00
Hueso molido	2.10	2.10	2.10	2.10
Carbonato de calcio	1.50	1.50	1.50	1.50
Sal yodada	0.45	0.45	0.45	0.45
Vitaminas y elementos menores*	0.55	0.55	0.55	0.55
DL-metionina	0.10	0.10	0.10	0.10
Aceite de soya	5.00	5.00	5.00	5.00
Maíz amarillo	55.30	45.30	35.30	25.30
Pulpa de café**	—	10.00	20.00	30.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda, ‰	21.0	21.0	21.1	21.1
Lisina, ‰	1.24	1.25	1.26	1.27
Azufrados tota- les, ‰	0.76	0.73	0.70	0.68
Kcal totales/kg	3,517	3,401	3,285	3,169

* Suplemento comercial para pollos de carne.

** Las dietas Nos. 5, 6 y 7 contenían 10, 20 y 30‰ de pulpa de café tratada con 1‰ de metabisulfito de sodio, respectivamente, y las dietas Nos. 8, 9 y 10 contenían las mismas cantidades de pulpa pero tratada con 2‰ de metabisulfito de sodio.

1, 4, 7 y 10, sin pulpa de café y las dietas con 30% de pulpa de café tratada con 0, 1 y 2% de solución de metabisulfito. El grupo alimentado con la dieta No. 1 estaba integrado por todos los pollos (20) que habían consumido la dieta No. 1, y 10 pollos de las dietas 2, 5 y 8, que contenían 10% de pulpa de café. El grupo alimentado con la dieta No. 4 se formó de todos los pollos de los grupos 3 y 4, y 10 del grupo 2, mientras que el grupo alimentado con la dieta No. 7 se integró con todos los pollos de los grupos 6 y 7 y con 10 del grupo 5. Finalmente, el grupo alimentado con la dieta No. 10 se formó de 10 pollos del grupo 8 y de todos los pollos de los grupos 9 y 10. De nuevo se midió el cambio de peso y el alimento consumido.

RESULTADOS

La Tabla 2 resume los cambios de peso, consumo de alimento y de agua y eficiencia alimenticia de los pollos durante los primeros 15 días del ensayo, datos que destacan la alta calidad nutritiva de la dieta basal utilizada. Las diferencias en cuanto a peso, consumo de alimento, eficiencia alimenticia y consumo de agua por gramo de peso no fueron estadísticamente significativas entre los diversos grupos, lo cual era de esperar ya que la dieta fue la misma para todos. Estos datos se presentan tan solo a título de referencia.

Los cambios en peso observados durante la segunda etapa del estudio se aprecian en la Tabla 3. Esta etapa fue de 21 días, o sea de la 2a. a la 5a. semana de edad. Las cifras indican que entre el aumento en peso y el porcentaje de pulpa de café sin tratar o tratada con 1 y 2% de metabisulfito, respectivamente, existe una relación inversa. Sin embargo, el tratamiento con 2% de la solución de metabisulfito no indujo una reducción en el aumento en peso tan marcada como cuando se usó la pulpa sin tratar. No hubo mortalidad en ninguno de los grupos bajo estudio.

Los datos de consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en la Tabla 4. El consumo, según se aprecia, disminuyó conforme el contenido de pulpa se incrementaba en las dietas, efecto que fue menos notorio cuando la pulpa se trató con metabisulfito de sodio.

Lo mismo se nota en cuanto a la conversión del alimento, o sea que la conversión empeoró a medida que la pulpa de café aumentaba en la dieta. La pulpa tratada con metabisulfito tuvo

TABLA 2

**COMPORTAMIENTO DE LOS POLLOS ALIMENTADOS CON LA DIETA TESTIGO
DURANTE LOS PRIMEROS 15 DIAS**

(Valores promedio de dos réplicas de 10 pollos/repeticón)

Grupo No.	Aumento en peso ¹ (g/10 pollos)	Consumo de alimento ² (g/10 pollos)	Consumo de agua ³ (cc/10 pollos)	Eficiencia alimenticia ⁴	Consumo de agua/ peso de pollo ⁵ (cc/g peso)
1	205 ± 6.5 *	3,096	6,540	1.51	2.73
2	213 ± 6.1	3,327	5,872	1.56	2.34
3	222 ± 4.9	3,442	6,800	1.58	2.60
4	223 ± 7.3	3,550	6,430	1.59	2.43
5	229 ± 6.8	3,437	6,990	1.51	2.57
6	234 ± 8.2	3,676	7,027	1.57	2.52
7	253 ± 5.1	3,871	6,880	1.53	2.30
8	238 ± 4.8	3,696	6,637	1.55	2.33
9	251 ± 5.6	3,842	7,382	1.53	2.46
10	267 ± 6.4	4,203	7,382	1.57	2.31

1 Peso promedio inicial por grupo: 35, 38, 40, 41, 43, 44,46,47,49 y 52 g para los grupos de 1 a 10, respectivamente.

2 Consumo promedio de alimento por grupo de 10 pollos en 15 días.

3 Consumo promedio de agua por grupo de 10 pollos en 15 días.

4 Gramo de alimento consumido/g de aumento en peso.

5 cc de agua consumida/peso final de los pollos a los 15 días.

* Error estándar.

TABLA 3
AUMENTO EN PESO DE LOS POLLOS ALIMENTADOS CON LAS DIFERENTES DIETAS
 (Expresado en gramos)

Pulpa de café en la dieta o/o		Tratamiento de la pulpa de café			
		0 ^o /o sulfito	1 ^o /o sulfito		2 ^o /o sulfito
		Aumento promedio en peso, g ^{1,2}			
0	Réplica ¹	623 ± 23.9*	—	—	
	Réplica ²	585 — 23.9	—	—	
	\bar{x}	604 ± 17.0			
10	Réplica ¹	562 ± 34.3	498 ± 14.5	571 ± 35.6	
	Réplica ²	530 ± 30.6	509 ± 26.8	586 ± 24.7	
	\bar{x}	546 ± 22.7	503 ± 14.9	578 ± 21.2	
20	Réplica ¹	330 ± 16.9	336 ± 18.4	470 ± 25.3	
	Réplica ²	332 ± 22.2	405 ± 23.5	456 ± 16.3	
	\bar{x}	331 ± 13.6	371 ± 16.5	463 ± 14.7	
30	Réplica ¹	196 ± 9.9	170 ± 13.2	241 ± 12.2	
	Réplica ²	181 ± 14.1	228 ± 20.2	278 ± 22.3	
	\bar{x}	189 ± 8.6	199 ± 13.5	260 ± 13.1	

1 Peso promedio inicial/réplica: 277 g a los 14 días de edad.

2 Aumento en peso de la 2a a la 5a semana.

* Error estándar.

TABLA 4

**CONSUMO DE DIETA POR LOS POLLOS ALIMENTADOS CON VARIOS NIVELES DE PULPA
DE CAFE DURANTE 3 SEMANAS***

Grupo No.	Pulpa de café en la dieta, 0/o	Tratamiento de la pulpa	Consumo de dieta, g totales			Eficiencia alimenticia
			Réplica I**	Réplica II**	Promedio	
1	0	Ninguno	11,936	11,844	11,880	1.97
2	10	Ninguno	11,949	11,808	11,878	2.17
3	20	Ninguno	9,684	9,730	9,707	2.93
4	30	Ninguno	8,577	7,872	8,224	4.52
5	10	1 ^o /o sulfito	11,798	11,026	11,412	2.27
6	20	1 ^o /o sulfito	9,511	10,267	9,889	2.67
7	30	1 ^o /o sulfito	8,001	9,135	8,568	4.33
8	10	2 ^o /o sulfito	12,380	12,486	12,433	2.15
9	20	2 ^o /o sulfito	11,672	11,626	11,649	2.52
10	30	2 ^o /o sulfito	9,347	9,615	9,481	3.65

* 3a, 4a y 5a. semana.

** Cada réplica contaba con 10 pollos.

efectos favorables aunque éstos nunca lograron superar los de la dieta testigo.

El consumo total de agua durante 3 semanas y la relación entre este parámetro, expresado en términos de cc por g de peso, se muestran en la Tabla 5. El consumo de agua en este caso disminuyó a medida que la cantidad de pulpa en las dietas aumentaba, pero la relación entre consumo de agua y peso aumentó conforme el contenido de pulpa aumentaba. La pulpa tratada con 2^o/o de metabisulfito rindió las cifras más bajas, en comparación con grupos equivalentes alimentados con el mismo contenido de pulpa de café sin tratamiento.

TABLA 5

**CONSUMO PROMEDIO DE AGUA DURANTE 3 SEMANAS,
EN RELACION AL PESO POR POLLO**

Grupo No.	Pulpa de café en la dieta, %	Promedio de consumo de agua durante 3 semanas (cc/réplica)	Promedio de consumo de agua (cc/g de peso por pollo)
1	0	34,570	3.92
2	10	32,435	3.94
3	20	29,620	4.87
4	30	23,565	5.13
5	10 (1 ^o /o sulfito)	32,335	4.14
6	20 (1 ^o /o sulfito)	29,780	4.60
7	30 (1 ^o /o sulfito)	25,195	5.30
8	10 (2 ^o /o sulfito)	29,825	3.49
9	20 (2 ^o /o sulfito)	31,040	4.19
10	30 (2 ^o /o sulfito)	26,982	5.03

Finalmente, en la Tabla 6 se incluyen los datos recabados durante las últimas 5 semanas del estudio, o sea cuando los pollos tenían de 5 a 10 semanas de edad. Estos datos indican que entre las tres dietas que contenían 30^o/o de pulpa de café, al parecer la mejor fue aquélla que contenía pulpa de café tratada con 2^o/o

de la solución de metabisulfito, pero ninguna de las dietas preparadas con pulpa indujo los aumentos de peso obtenidos con la dieta testigo. La eficiencia alimenticia reflejó lo mismo que el aumento en peso. El análisis estadístico de covarianza a que se sometieron los datos, reveló que el grupo testigo fue superior a los otros grupos, aun ajustando el peso promedio inicial. Asimismo, indicó que el grupo que consumió la dieta con 30% de pulpa de café tratada con 1% de metabisulfito, fue el que rindió los resultados más bajos, siendo los otros dos grupos estadísticamente iguales.

TABLA 6

**CAMBIOS EN PESO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE LOS POLLOS
ALIMENTADOS DURANTE 5 SEMANAS CON DIETAS QUE
CONTENIAN 30% DE PULPA DE CAFE**

Pulpa de café en la dieta, %	Tratamiento ¹	Cambios en peso, g		Eficiencia alimenticia
		Inicial	Aumento	
0	Testigo	847 \pm 17.0*	1,443 \pm 45.1*	2.65
30	Sin sulfito	590 \pm 21.2	766 \pm 26.9	4.36
30	1% sulfito	604 \pm 20.6	703 \pm 21.8	4.96
30	2% sulfito	679 \pm 20.7	844 \pm 30.5	4.25

1 Dos réplicas de 25 pollos cada una.

* Error estándar.

DISCUSION

Es un hecho bien conocido que al poco tiempo de haber obtenido la pulpa, ésta principia a cambiar su color rojo original adquiriendo un pardo oscuro, fenómeno que, se cree, se debe a reacciones de los fenoles con proteínas y otras sustancias, catalizadas por la enzima polifenol-oxidasa (15-17). Esta reacción, consecuentemente, reduce la disponibilidad biológica de la proteína de la pulpa, según lo sugiere una digestibilidad proteínica

de 30% (5). Se sabe que la reacción indicada —que ocurre en todos los sistemas biológicos vegetales— puede ser inhibida por la adición de sulfito (15-17). Por consiguiente, en el presente estudio la pulpa se trató con metabisulfito de sodio, en la confianza de que este tratamiento no reduciría la digestibilidad de la proteína y, en cambio, se tradujera en una mejor utilización de la misma por parte del animal.

Los resultados indicaron, sin embargo, que tanto el crecimiento como el consumo de alimento y la eficiencia de utilización del mismo por parte de los pollos, fue menor conforme aumentaba el nivel de pulpa usada como sustituto del maíz en la dieta. Esto sugiere que a pesar de que el animal puede aprovechar la proteína de la pulpa, ésta contiene otros factores que son los responsables de los efectos señalados, incluyendo una posible reducción en el contenido de energía de la ración conforme aumenta la cantidad de pulpa en la dieta. Se reconoce que esto último puede ser importante, lo cual será objeto de estudios posteriores.

Los resultados de otros estudios relativos a la deshidratación de la pulpa de café (12), muestran que el tratamiento con metabisulfito de sodio induce ciertos cambios en las paredes estructurales de la pulpa, en tanto que su contenido de cafeína sufre muy pocos cambios. No obstante, el contenido de taninos se mantiene relativamente alto (12). Se ha demostrado también que la adición de ácido tánico a dietas para pollos reduce su crecimiento, su consumo de alimento y su eficiencia de alimentación (18, 19). De los resultados del presente estudio puede así concluirse que el efecto observado al usar pulpa de café se debió probablemente a los altos niveles de taninos que ésta aportaba a la dieta.

Aparentemente, estos últimos pueden interferir con ciertos procesos metabólicos, como son el de utilizar grupos metilo (15, 20), o azufre para su detoxificación y eliminación del organismo (15, 20). La adición de metionina (18, 20), colina (18, 20) y de algunos otros compuestos, así como el aumento de la concentración de proteína en la dieta (21), han demostrado contrarrestar el efecto adverso de los taninos.

Sin embargo, no todo ese efecto puede ser atribuido a los taninos, ya que es probable que la cafeína juegue un papel en ese sentido dada su acción diurética, la que puede acentuarse en la presencia de taninos. Una mayor excreción de orina induce una mayor eliminación de nitrógeno, como ya se ha demostrado en terneros (3) y en perros (22). Esto causa mayor "stress" al animal, y el resultado es un menor crecimiento. En el estudio que

nos ocupa no se midió la excreción total de orina, ya que en las aves ésta se excreta mezclada con las heces, pero sí se demostró que el consumo de agua por peso era mayor en los pollos que consumieron pulpa de café, efecto que probablemente haya sido causado por una mayor excreción de orina.

Desde el punto de vista práctico, parece ser que aun cuando el tratamiento de la pulpa con metabisulfito se traduce en cambios químicos favorables (12), no mejora significativamente su valor nutritivo, según revelan los datos derivados de este estudio y de otros realizados con cerdos (23). Por otro lado, el consumo de altos niveles de pulpa (30% de la ración), no indujo mortalidad alguna. Se podría así concluir que es posible que dicho subproducto pueda utilizarse en dietas para pollos en las últimas etapas del período de crecimiento y engorde, antes de ser procesados para carne, pero siempre a niveles que no excedan del 10%. Sin embargo, antes de emitir recomendaciones categóricas sobre el uso de este subproducto agrícola en raciones para pollos, es necesario realizar nuevas investigaciones en este sentido y establecer si existe alguna justificación económica para recomendarlo, aun a niveles bajos en la dieta, ya que los pesos finales y la conversión alimenticia en los grupos alimentados con pulpa de café fueron menores que los observados con el grupo testigo.

SUMMARY

STUDIES ON THE POSSIBLE USE OF COFFEE PULP AS A CORN SUBSTITUTE IN POULTRY RATIONS

A study was conducted to determine the possibility of using coffee pulp as an ingredient of chick rations. Another objective of the study was to evaluate the biological effect of adding sodium metabisulfite on the nutritive value of the agricultural by-product.

Fifteen day-old chicks were fed rations containing 10, 20 and 30% coffee pulp, untreated and treated with 1 and 2% solutions of sodium metabisulfite. After three weeks on these rations, the animals were switched to one containing 30% coffee pulp, for five weeks.

Results of the first experimental period showed a negative effect of coffee pulp on weight gain, feed conversion and water consumption on a water intake/weight basis. Apparently, treatment of coffee pulp with a 2% solution of sodium metabisulfite improved the above parameters but without reaching those attained by the control ration.

In the second part of the study, the groups fed 30% coffee pulp, with and without metabisulfite treatment, gained less weight and showed lower feed conversion efficiencies than the control group. An interesting fact was the absence of mortality even in those groups fed 30% coffee pulp in the first part of the study.

From these data it is concluded that coffee pulp at levels of 10% can be used with no problem in chick rations. It is necessary, however, to carry out additional studies before recommending the use of this by-product in poultry rations.

BIBLIOGRAFIA

1. 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: 41-47, 1973.
2. 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.
3. 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: 90-94, 1974.
4. Cabezas, M. T., E. Estrada, B. Murillo, J. M. González & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. XII. Efecto del almacenamiento sobre el valor nutritivo de la pulpa de café para terneros. Arch. Latinoamer. Nutr., 26: 203-215, 1976.
5. Vargas, E., M. T. Cabezas & R. Bressani. Pulpa de café en la alimentación de rumiantes. I. Digestibilidad in vivo de la pulpa. Agron. Cost., 1: 51-56, 1977.
6. 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: 353-359, 1974.
7. Jarquín, R., R. A. Gómez-Brenes, L. Berducido & R. Bressani. Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos. Turrialba, 27:179-185, 1977.
8. Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín & L. U. de Valle. Pulpa y pergamino de café. IV. Efecto de la pulpa de café deshidratada en la dieta de ratas y pollos. Turrialba, 23: 403-409, 1973.
9. Squibb, R. L. & A. Falla. Effect of dried coffee pulp on growth and mortality of baby chicks. Trimestral Report (Sept-Dec. 31) of the Instituto Agropecuario Nacional "La Aurora". Guatemala, IAN, 1949.
10. Estrada, E. Cafeína y Taninos como Factores Limitantes en el Uso de la Pulpa de Café en la Alimentación de Terneros. Tesis de graduación

de Magister Scientifcae. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia/INCAP. Guatemala, C.A., noviembre de 1973.

11. Cabezas, M. T., B. Murillo, R. Jarquín, J. M. González, E. Estrada & R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. *Turrialba*, 24: 160-167, 1974.
12. Murillo, B., M. T. Cabezas, R. Jarquín & R. Bressani. Effect of bisulfite addition on the chemical composition and cellular content fractions of dehydrated coffee pulp. *J. Agr. Food Chem.*, 25:1090-1092, 1977.
13. Bressani, R., M. T. Cabezas, R. Jarquín & B. Murillo. The use of coffee processing waste as animal feed. En: *Proceedings of the Conference on Animal Feeds of Tropical and Sub-Tropical Origin*, London, England, 1-5 April, 1974. London, England, The Tropical Products Institute, 1975, p. 107-117.
14. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 10th ed. Washington, D.C., The Association, 1965.
15. McLeod, M. N. Plant tannins — their role in forage quality. *Nutr. Abst. Revs.*, 44: 803-815, 1974.
16. Loomis, W. D. & J. Battaile. Plant phenolic compounds and the isolation of plant enzymes. *Phytochem.*, 5: 423-438, 1966.
17. Mathew A.G. & H.A.B. Parpia. Food browning as a polyphenol reaction. *Adv. Food Res.*, 19:75-132, 1971.
18. Vohra, P., F. H. Kratzner & M. A. Joslyn. The growth depressing and toxic effects of tannins to chicks. *Poultry Sci.*, 45: 135-142, 1966.
19. Chang, S. I. & H. L. Fuller. Effect of tannin content of grain sorghums on their feeding value for growing chicks. *Poultry Sci.*, 43: 30-36, 1974.
20. Armanious, M. W., W. M. Britton & H. L. Fuller. Effect of methionine and choline on tannic acid and tannin toxicity in the laying hen. *Poultry Sci.*, 52: 2160-2168, 1973.
21. Schaffert, R. E., D. L. Oswalt & 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.
22. Bressani, R. & J. E. Braham. Effect of water intake on nitrogen metabolism in dogs. *J. Nutr.*, 82: 469-474, 1964.
23. Jarquín, R. & R. Bressani. Evaluación nutricional, en cerdos, de la pulpa de café sometida a varios procesos de almacenamiento. *Turrialba*, 27:385-391, 1977.