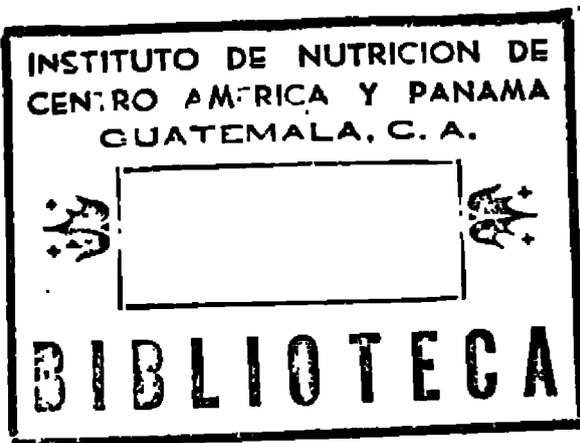


VII REUNION INTERAMERICANA SOBRE EL
CONTROL DE LA
FIEBRE AFTOSA Y OTRAS ZONOSIS

(Puerto España, Trinidad y Tabago, 17-20 de abril de 1974)



Publicación Científica No. 295

ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD
Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD
525 Twenty-Third Street, N.W.
Washington, D. C. 20037, E.U.A.

1975

PULPA Y PERGAMINO DE CAFE COMO POSIBLES ALIMENTOS PARA EL CONSUMO ANIMAL

DR. RICARDO BRESSANI¹

Introducción

En las regiones tropicales de América Latina, la producción de carne y de leche se basa en la utilización eficiente de los pastos, que son relativamente abundantes durante la época de lluvias. Sin embargo, existen largos períodos de sequía, que causan una escasez de forrajes verdes lo que, a su vez, ocasiona pérdidas de peso en el ganado, reducciones en la producción de leche y, en ocasiones, mortalidad entre los animales. A fin de resolver estos problemas se aplican distintas medidas. La más común es la eliminación de cierto número de terneros, de modo que los que quedan no sufran por falta de alimento, pero su aplicación a las ganaderías de leche no es muy efectiva, ya que durante las épocas de sequía la producción se reduce significativamente y los ganaderos obtienen buenos precios por la leche que las vacas pueden producir. Otra posibilidad es la aplicación de prácticas de conservación de forrajes, por ejemplo, la producción de heno y de ensilaje. Esta tecnología agrícola ya se está adoptando y se espera que en un futuro cercano produzca beneficios importantes. Finalmente, el uso de los subproductos agrícolas, como componentes de alimentos balanceados, o bien como suplementos, ofrece muchos atractivos; no obstante, si se desea que los agricultores hagan uso de estos recursos, es necesario realizar una investigación extensa y continua, seguida de programas adecuados de extensión agrícola.

¹Jefe, División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, Guatemala.

Actualmente, en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) se están estudiando por lo menos cuatro subproductos agrícolas: 1) el cogollo de la caña de azúcar; 2) el rastrojo de maíz; 3) la cascarilla de algodón, y 4) la pulpa y pergamino de café.

Este trabajo examina los dos últimos como alimentos de gran potencial para rumiantes y cerdos. Su uso podría rendir resultados significativos en términos de aumento en carne y leche. Además, se lograría una mejor utilización de las tierras dedicadas al cultivo del café, y disminuiría la posibilidad de que la pulpa se convierta en un problema de salud pública, como ya está ocurriendo en algunos países centroamericanos.

Descripción general de la pulpa y del pergamino de café

Antecedentes

El café se cosecha en América Latina durante el período de agosto a mayo, de acuerdo con la localización de las fincas. Las frutas se recogen a mano cuando adquieren un color rojo oscuro, se depositan en un tanque donde se lavan y luego se transportan a los pulperos, los que separan la pulpa del grano, que queda cubierto por el pergamino y el mucílago. Los granos se lavan con agua y se fermentan durante 48 a 72 horas para eliminar el mucílago. Los granos limpios se secan parcialmente al sol y se termina este proceso en secadoras cilíndricas con aire caliente. Más tarde se trilla el grano seco para quitarle el pergamino.

Después de separada del grano, la pulpa se transporta por agua y se recoge en carretones

que la conduce a determinados lugares de la finca, donde se amontona, o incluso se tira en los ríos. Las cantidades que pueden obtenerse de cada una de esas partes, de acuerdo con las investigaciones realizadas en el INCAP, se exponen en el cuadro 1. De 1 kg de fruta se obtienen 432 g de pulpa fresca y 99 g en base seca, lo que representa 29% del peso de la fruta entera; el pergamino asciende a 61 g en base natural y a 41 g en base seca, lo que equivale a 12% del peso total (1).

En base a la producción total de café en América Latina se estima que puede disponerse anualmente de 1.5×10^6 toneladas métricas de pulpa, y 0.5×10^6 de toneladas métricas de pergamino. Estas cantidades son de gran importancia económica, y, por consiguiente, deben utilizarse mejor.

Composición química de la pulpa de café

La composición química de la pulpa de café

se ha descrito en varias publicaciones. El cuadro 2 muestra los datos obtenidos en los laboratorios del INCAP (1). Se presentan los resultados que corresponden a la pulpa fresca de café, a la pulpa deshidratada y a la pulpa que se fermentó naturalmente durante dos o tres días y después se secó.

Se destaca el alto contenido de agua en la pulpa, lo que constituye un problema, no sólo para su manejo y transporte, sino para su utilización como alimento para animales. La pulpa seca contiene 10% de proteína cruda, 21% de fibra cruda, 8% de cenizas y 44% de extracto libre de nitrógeno. Estas proporciones se modifican de acuerdo con la variedad, ubicación de la finca y prácticas agrícolas.

El cuadro 3 muestra algunos datos relativos al fraccionamiento de la parte inorgánica de la pulpa de café. Puede observarse que el contenido de calcio es mayor que el de fósforo; sin embargo, se desconoce su disponibilidad bioló-

CUADRO 1. Distribución de pulpa, pergamino y grano en el fruto del café.

	Peso fresco g	Peso %	Humedad %	Peso seco g	%
Fruto de café	1,000	100.0	65.5	345	—
↓ Pulperos					
Pulpa de café	432	43.2	77.0	99	28.7
+					
Granos de café + mucílago + pergamino de café	568	56.8	56.0	250	72.2
↓ Fermentación y lavado					
Mucílago	—	—	—	17	4.9
+					
Granos de café + pergamino de café	450	—	50.0	225	—
↓ Trillado					
Pergamino de café	61	6.1	32.0	41	11.9
+					
Granos de café	389	38.9	51.0	191	55.4

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

CUADRO 2. Composición química de la pulpa de café (g %).

Componente	Fresca	Deshidratada	Fermentada y deshidratada
Humedad	76.7	12.6	7.9
Materia seca	23.3	87.4	92.1
Extracto etéreo	0.5	2.5	2.6
Fibra cruda	3.4	21.0	20.8
Proteína cruda (N x 6.25)	2.1	11.2	10.7
Cenizas	1.5	8.3	8.8
Extracto libre de nitrógeno	15.8	44.4	49.2

	Peso seco
Sustancias pécicas totales	6.5%
Azúcares reductores	12.4
Azúcares no reductores	2.0

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

gica. Resalta asimismo el alto contenido de potasio en la pulpa, lo que podría causar problemas nutricionales. Finalmente, el contenido de elementos menores es relativamente bajo (1).

En el cuadro 4 se exponen algunos datos relativos al contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa y, con propósitos comparativos, se incluye también información sobre otros productos (1).

El contenido de lisina en la pulpa de café es tan alto como el que acusa la harina de soja, en base a la misma cantidad de nitrógeno. Por otra parte, la proteína de la pulpa es deficiente en

aminoácidos azufrados, aspecto que obviamente requiere mayor investigación ya que se desconoce la disponibilidad biológica de los aminoácidos. Uno de los propósitos de los estudios del INCAP es la extracción de dicha proteína en vista de su contenido relativamente alto en aminoácidos esenciales. En base a la disponibili-

CUADRO 4. Contenido de aminoácidos en la proteína de la pulpa de café comparado con el de otros productos (g/16 g N).

Aminoácido	Pulpa de café	Maíz	Harina de soja	Harina de algodón
Lisina	6.8	1.7	6.3	4.3
Histidina	3.9	2.8	2.4	2.6
Arginina	4.9	3.1	7.2	11.2
Treonina	4.6	3.3	3.9	3.5
Cistina	1.0	1.0	1.8	1.6
Metionina	1.3	1.6	1.3	1.4
Valina	7.2	5.0	5.2	4.9
Isoleucina	4.2	4.3	5.4	3.8
Leucina	7.7	16.7	7.7	5.9
Tirosina	3.6	5.0	3.2	2.7
Fenilalanina	4.9	5.7	4.9	5.2
Hidroxiprolina	0.5	—	—	—
Acido aspártico	8.7	—	—	—
Serina	6.3	—	—	—
Acido glutámico	10.8	—	—	—
Prolina	6.1	—	—	—
Glicina	6.7	—	—	—
Alanina	5.4	—	—	—

Componente	Contenido
Cenizas (g %)	8.3
Calcio (mg %)	554
Fósforo (mg %)	116
Hierro (mg %)	15
Sodio (mg %)	100
Potasio (mg %)	1,765
Magnesio	Trazas
Zinc (ppm)	4
Cobre (ppm)	5
Manganeso (ppm)	6.25
Boro (ppm)	26

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

dad de pulpa seca, podrían obtenerse teóricamente alrededor de 150,000 kg de proteína.

Composición química del pergamino de café

Este elemento del fruto del café no se ha estudiado intensamente y se usa actualmente como combustible. Su descomposición natural en el campo es lenta, posiblemente a causa de la capa cerosa que la cubre. Su composición química se detalla en el cuadro 5, comparada con la del olote del maíz y de la cascarilla de algodón (1). El contenido proteínico es similar en los tres subproductos, pero el de fibra es mayor en el pergamino de café, lo que sugiere que su valor nutritivo es dudoso. A pesar de ello, su uso puede limitarse a servir de relleno en la dieta; además, si se somete a procesamiento alcalino, podría aumentarse su contribución energética. Este último aspecto está bajo estudio, tanto desde el punto de vista biológico como el económico.

Valor nutritivo de la pulpa de café para rumiantes

Un subproducto como la pulpa de café, cuya materia seca contiene más del 10% de proteína cruda y menos del 25% de fibra cruda, indudablemente posee un gran potencial como alimento para rumiantes.

La mayor parte de los estudios sobre el valor

CUADRO 5. Composición química del pergamino de café (%).

Componente	Pergamino de café	Olote de maíz	Cascarilla de algodón
Humedad	7.6	8.1	10.4
Materia seca	92.8	91.9	89.6
Extracto etéreo	0.6	0.9	1.1
Nitrógeno	0.39	0.39	0.58
Cenizas	0.5	1.6	2.5
Extracto libre de nitrógeno	18.9	48.1	56.7
Calcio (mg)	150	765	160
Fósforo (mg)	28	274	80

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

nutritivo de la pulpa de café se ha realizado con material deshidratado al sol o ensilado, y se ha orientado principalmente a conocer sus efectos sobre el crecimiento y engorde de novillos (2-10). Los resultados de estas investigaciones muestran que tanto el consumo de alimento como la ganancia ponderal de los animales disminuyen en relación directa a la proporción de pulpa en la ración, y revelan asimismo que estos efectos son más severos cuando dicha proporción excede del 20%, según lo demuestran los datos del cuadro 6, obtenidos con novillos raza Holstein (11, 12). Resultados similares se observan cuando la pulpa deshidratada se somete previamente a ensilaje (13). Las cifras que se presentan en el cuadro 7 indican que la fermentación durante el ensilaje no

CUADRO 6. Comportamiento de terneros de 78 días de edad alimentados con raciones con diferentes niveles de pulpa de café deshidratada al sol.^a

Valores promedio de ocho animales por tratamiento	% de pulpa de café en la ración			
	0	10	20	30
Peso inicial (kg)	90.5	89.6	89.2	90.5
Peso final (kg)	170.6	167.3	155.6	146.9
Aumento total de peso (kg)	80.1	77.7	66.4	56.4
Aumento de peso/día (kg)	0.95 ^b	0.92 ^b	0.79 ^b	0.67 ^b
Consumo de alimento/día (kg)	5.9	5.9	5.3	4.5
Eficiencia de conversión del alimento (kg de alimento consumido/kg de aumento de peso)	6.25	6.38	6.71	6.75

^a Duración del estudio: 84 días.

^b Las cifras identificadas son diferentes estadísticamente (P < 0.05).

CUADRO 7. Comportamiento de terneros de seis meses de edad alimentados con raciones a base de pulpa de café deshidratada o ensilada y luego deshidratada.^a

Valores promedio de cuatro animales por tratamiento	Tratamiento			
	0% de pulpa de café (control)	48% de pulpa ensilada y deshidratada	30% de pulpa ensilada y deshidratada	30% de pulpa deshidratada
Peso inicial (kg)	143.8	144.6	144.5	144.4
Peso final (kg)	259.0	214.5	223.2	234.8
Aumento total de peso (kg)	115.2	69.9	78.7	90.4
Aumento de peso/día (kg)	1.37 ^b	0.83	0.94 ^b	1.08
Consumo de alimento/día (kg)	10.9	7.27	8.4	9.2
Eficiencia de conversión del alimento (kg de alimento consumido/kg de aumento de peso)	7.92	8.76	8.96	8.54

^a Duración del estudio: 84 días.

^b Las cifras identificadas son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

modifica sustancialmente los factores presentes en la pulpa, que afectan negativamente el rendimiento de los animales.

Estudios realizados con vacas lecheras (2, 3) muestran también que la inclusión de cantidades de pulpa menores de 20% en la ración no afecta la producción de leche de los animales. Recientemente, en estudios con rumiantes se comprobó que el efecto negativo de la pulpa de café sobre el crecimiento y consumo de alimento de los animales es menor cuando la dieta contiene mayores cantidades de proteína (14). Los mismos resultados se obtuvieron en estudios con ratas (15). Con este conocimiento, algunos ganaderos de los países centroamericanos están empleando pequeñas cantidades de pulpa deshidratada en la alimentación de ganado lechero.

Se desconocen actualmente las causas de los efectos adversos que la pulpa de café produce en los animales. Algunos autores los atribuyen a la presencia de factores tóxicos, especialmente la cafeína (15, 16). Investigaciones recientes (17) han revelado que la pulpa contiene cafeína

en cantidades suficientes como para inducir disminuciones en el consumo de alimento y en el crecimiento de los animales (cuadro 8). Asimismo, se encontró que en la pulpa existen otros factores que pueden actuar aisladamente o asociados con la cafeína para producir dichos efectos negativos. La baja digestibilidad y eficiencia de utilización de los nutrientes contenidos en la pulpa por parte del animal podría ser uno de ellos. La información disponible sobre este aspecto es escasa y, en parte, contradictoria. En estudios realizados con cabras (10) se encontraron coeficientes de digestibilidad de 33.99, 76.28, 76.39, 97.91 y 86.67% para proteína cruda, materia seca, extracto libre de nitrógeno, grasa y fibra cruda respectivamente. En cambio, en investigaciones con ovejas, (9) se obtuvieron valores más bajos para proteína cruda (7 a 13%), extracto libre de nitrógeno (48%) y fibra cruda (26%). Ambos estudios muestran un bajo nivel de digestibilidad para la proteína cruda.

Investigaciones más recientes en terneros (18) han demostrado que las raciones con 24%

CUADRO 8. Comportamiento de terneros de 100 días de edad alimentados con raciones que contenían pulpa de café o cafeína.^a

Valores promedio de seis animales por tratamiento	Tratamiento				
	0% de pulpa de café (control)	30% de pulpa deshidratada	30% de pulpa ensilada y deshidratada	0.12% de cafeína ^b	0.24% de cafeína ^b
Peso inicial (kg)	95.3	95.5	95.5	95.6	96.0
Peso final (kg)	215.0	195.1	200.0	215.1	191.2
Aumento total de peso (kg)	119.7	99.6	104.5	119.5	95.2
Aumento de peso/día (kg)	1.21 ^c	1.00 ^c	1.06 ^c	1.21 ^c	0.96 ^c
Consumo de alimento/día (kg)	8.22	7.35	7.12	8.10	6.78
Eficiencia de conversión del alimento (kg de alimento consumido/kg de aumento de peso)	6.80	7.32	6.75	6.59	7.05

^a Duración del estudio: 99 días.

^b Niveles de cafeína equivalentes a los proporcionados por 30 y 60% de pulpa de café que contenían 0.4 y 0.8% de cafeína, respectivamente.

^c Las cifras identificadas son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

de pulpa de café producen un descenso significativo del nitrógeno retenido por el animal, lo que ocurre como resultado de una mayor excreción de nitrógeno urinario, en comparación con la de aquellos alimentados con raciones sin pulpa de café (cuadro 9). En estos estudios, la menor eficiencia de utilización de nitrógeno por parte de los terneros cuya ración

contenía pulpa de café, iba acompañada de incrementos considerables en la ingestión de agua y excreción de orina. Se considera que la cafeína podría ser responsable de estos resultados en vista de su reconocido efecto diurético y de los incrementos en las pérdidas de nitrógeno urinario que ocurren cuando el animal ingiere altas cantidades de agua (19).

CUADRO 9. Balance de nitrógeno en terneros alimentados con raciones que contenían 0, 12 y 24% de pulpa de café.

Pulpa de café (% en la ración)	Balance de nitrógeno							Volumen de orina ml/día
	NI	NF	NU	NA	NR	%NA ^a	%NR	
	mg/kg/día							
0	653	334	116	319	203	48.8	31.1 ^b	2,652
12	650	346	125	304	179	46.8	27.5 ^b	2,892
24	643	358	188	285	97	44.3	15.1 ^b	3,832

^a Digestibilidad aparente.

^b Las cifras identificadas son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$).

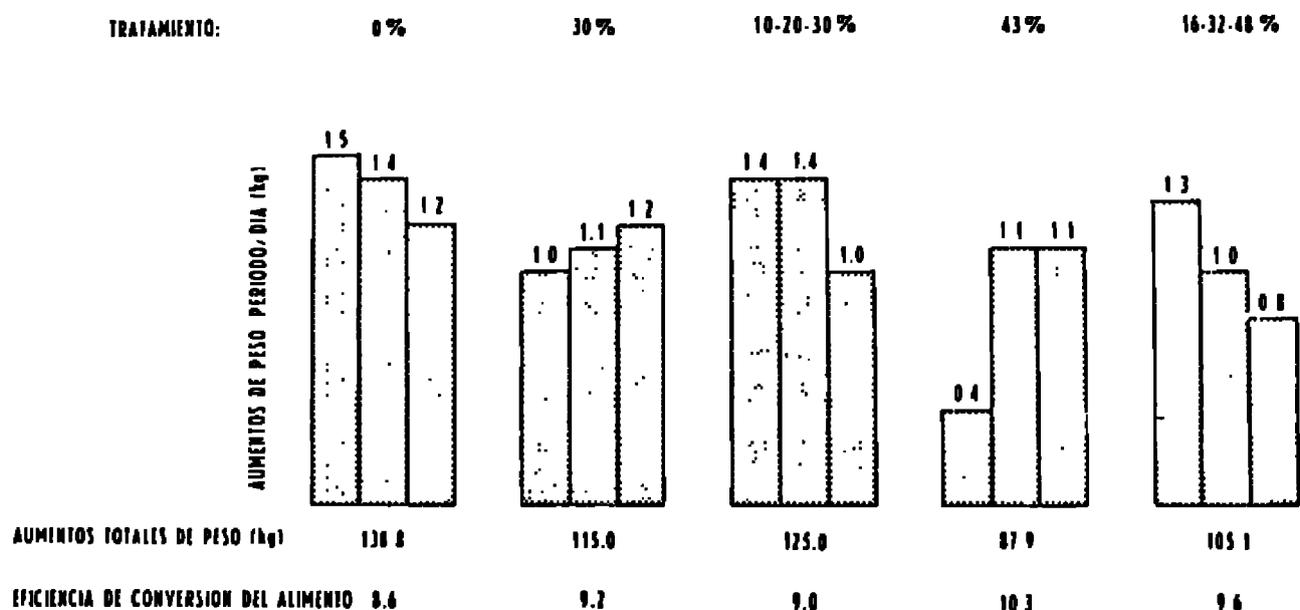
NI = Nitrógeno ingerido. NF = Nitrógeno fecal. NU = Nitrógeno urinario. NR = Nitrógeno retenido. NA = Nitrógeno absorbido.

Del mismo modo que con otros alimentos, los rumiantes tienden a adaptarse a la pulpa de café. Como consecuencia, después de unas pocas semanas su ingestión y peso aumentan (4, 12-14, 20). En vista de la importancia que esa adaptación podría tener para un empleo más eficiente de la pulpa de café en la alimentación animal, Cabezas y colaboradores (20) investigaron el efecto del tiempo y nivel de consumo en novillos en crecimiento. El estudio tuvo una duración de 102 días subdivididos en tres períodos de 34 días cada uno. Se integraron cinco grupos experimentales de seis animales cada uno, cuyo peso promedio inicial era de 213.3 kg. Cada grupo fue confinado en un corral y se le dio libre acceso a sal mineralizada y agua. Los grupos 1, 2 y 4 fueron alimentados *ad libitum* durante los tres períodos con raciones que contenían 0, 30 y 48% de pulpa de café, respectivamente. Los grupos 3 y 5 consumieron, también *ad libitum*, raciones cuyo contenido de pulpa se aumentó en cada período de 10 a 20 y luego a 30%, en el primer caso y de 16 a 32 y después a 48%, en el segundo.

En todos los casos, la pulpa de café fue utilizada como sustituto de la cascarilla de algodón.

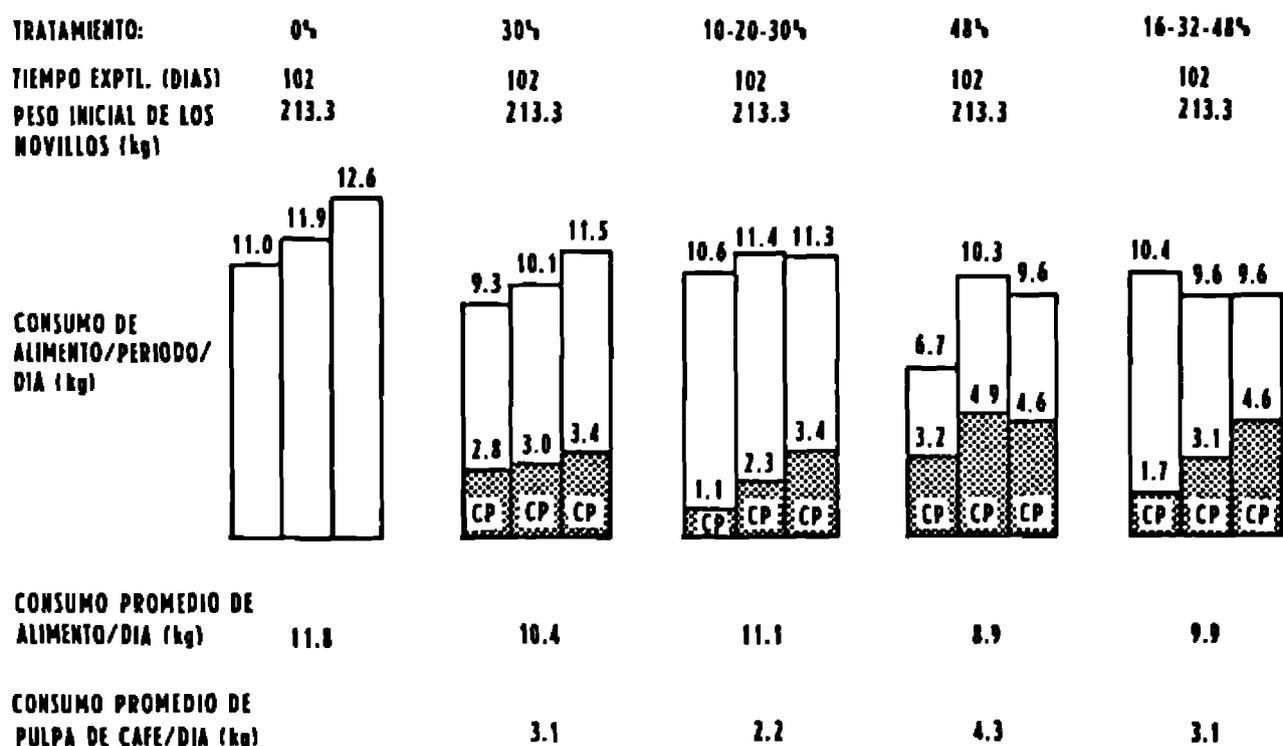
Los resultados del estudio se resumen en las figuras 1 y 2.

Los datos globales muestran que el crecimiento de los novillos y el consumo de alimento disminuyen cuando aumenta la ingesta diaria de pulpa de café, confirmando así los hallazgos de otros autores (4, 12-14). Sin embargo, el comportamiento de los animales durante los tres períodos indica que para propiciar un proceso de adaptación que gradualmente los capacite para utilizar cantidades cada vez mayores de pulpa, es necesario que ingieran primero una cantidad mínima de esta. Bajo las condiciones prevalentes en este estudio, el nivel mínimo fue de 2.8 kg por día, esto es, la cantidad que los animales consumieron cuando la ración contenía 30% de pulpa. Las figuras 1 y 2 muestran también que cantidades inferiores a las citadas no sirvieron para iniciar el proceso de adaptación. Todavía no se conocen los factores que determinan la ingesta mínima necesaria ni los cambios en los procesos digestivos y metabólicos que envuelve esa adaptación. Obviamente, este es un campo de estudio de gran relevancia dentro de los esfuerzos que se realizan para ampliar y mejorar la utilización de la pulpa de café como alimento para rumiantes.



FUENTE: Cabezas et al (20).

FIG. 1—Aumentos de peso de novillos alimentados con raciones con diferentes niveles de pulpa de café deshidratada.



FUENTE: Cabezas *et al.* (20).

FIG. 2—Consumo, por novillos, de raciones con diferentes niveles de pulpa de café deshidratada.

Pergamino de café

Se desconoce la utilidad del pergamino de café para propósitos de nutrición animal. No obstante, durante ciertas épocas del año, la escasez de ingredientes para la elaboración de raciones destinadas al ganado hace necesario que se investigue a fondo el uso de todos los materiales de esta naturaleza para la alimentación de rumiantes.

Los alimentos ricos en celulosa pueden ser una excelente fuente de energía para los rumiantes; sin embargo, estos animales carecen de habilidad para aprovechar los carbohidratos que contienen algunos de estos materiales. Ello puede deberse a uno o más factores: la lignina, que podría actuar como una barrera entre los carbohidratos y las enzimas microbianas del rumen, y el sílice presente en la mayoría de los desechos agrícolas, que inhibe la digestibilidad de la celulosa. Por tanto, se ha realizado un esfuerzo a fin de determinar la fracción total de carbohidratos contenida en el pergamino de café. El cuadro 10 presenta el resultado de estos estudios. Con el método de Deriaz (21) se demuestra que este material es muy pobre en

carbohidratos solubles; su contenido de lignina es de 24% y el de celulosa de 66% según lo indican los contenidos individuales de pentosas y hexosas.

Van Soest (22) ha dividido en dos fracciones el aspecto nutricional de los forrajes. La primera corresponde al contenido celular altamente disponible (lípidos, carbohidratos solubles, proteínas y otras materias solubles en agua); la segunda atañe a las paredes celulares (celulosa, hemicelulosa y lignina), cuya disponibilidad está controlada por la presencia de lignina, la cual forma complejos con la celulosa. De acuerdo con los datos que se presentan en el cuadro 11 el pergamino de café muestra 11.8%

CUADRO 10. Fraccionamiento de carbohidratos del pergamino de café (por 100 g).

Carbohidratos solubles:	
hexosas (g)	0.45
Carbohidratos estructurales:	
pentosas (g)	20.30
hexosas (g)	45.90
Lignina (g)	24.40
Total	91.05
Extracto libre de nitrógeno + fibra cruda	96.21

CUADRO 11. Análisis de los constituyentes de las paredes celulares y de la fracción fibra-ácido detergente del pergamino de café (por 100 g).

Contenido celular	11.8
Neutro detergente	88.2
Acido detergente	67.5
Hemicelulosa	20.7
Celulosa	44.5
Lignina	17.7
Cenizas insolubles	5.3

de contenido celular, 67.5% de paredes celulares y 17.7% de lignina.

El elevado contenido de lignina produce la lignificación de la celulosa y de la proteína que contiene el pergamino de café, reduciendo así, en ambos sentidos, el valor nutritivo de este tipo de subproducto (23).

A fin de aumentar el aprovechamiento de la celulosa, es necesario tratarla con agentes de lignificantes, o bien hidrolizarla para incrementar su solubilidad y así facilitar la acción de las enzimas de los microorganismos del rumen. Entre los agentes que atacan la lignocelulosa y cambian la estructura de la celulosa se encuentran los álcalis, como el hidróxido de sodio, de calcio y de amonio.

En estudios realizados en el INCAP (24), se sometió el pergamino de café a tratamiento alcalino durante 48 horas con NaOH, Ca(OH)₂ y NH₄OH utilizando concentraciones de 0, 5 y 10%. Posteriormente, se neutralizó y analizó el contenido celular aplicando el método Van Soest (22). Se encontró que los álcalis destru-

CUADRO 12. Efecto del tratamiento alcalino sobre la fibra-ácido detergente del pergamino de café (por 100 g).

Tratamiento	Concentración alcalina (%)			
	0	2.5	5.0	10.0
Hidróxido de sodio	62.1	50.5	42.5	34.1
Hidróxido de calcio	62.1	52.6	45.6	35.8
Hidróxido de amonio	62.1	61.4	54.3	44.6

yen el complejo lignocelulosa en gran parte, incrementando de este modo el contenido de carbohidratos solubles del pergamino (cuadro 12). Actualmente se realizan otros estudios con objeto de determinar el efecto de estos tratamientos sobre la digestibilidad de este subproducto.

Debido a sus características químicas, el pergamino de café se ha ensayado en raciones para terneros jóvenes a los niveles de 0, 15 y 30% de su dieta, sustituyendo el rastrojo de maíz y otras hojas.

En el cuadro 13 se resumen los resultados obtenidos durante 13 semanas de experimentación con terneros de 84 a 175 días de edad. El promedio de aumento ponderal diario de los animales fue similar en los tres tratamientos (0, 15 y 30% de pergamino en la dieta), aunque existió cierta tendencia a disminuir cuando aumentó el nivel de pergamino en la dieta. Este mismo efecto se observó en la conversión alimenticia (25).

CUADRO 13. Efecto del pergamino de café en raciones para terneros de 12 a 25 semanas de edad.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Aumento de peso/día (kg)	Consumo de alimento/día (kg)	Eficiencia de la alimentación ^a
Dieta control	87.6	183.9	1.06	6.15	5.8
Con 15% de pergamino de café	87.9	177.9	1.00	6.20	6.2
Con 30% de pergamino de café	87.8	168.4	0.90	5.76	6.4

^a Kg de alimento consumido/kg de aumento en peso.

CUADRO 14. Efecto de la adición de carbohidratos solubles en raciones con 30% de pergamino de café para terneros de 12 a 25 semanas de edad.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Aumento de peso/día (kg)	Consumo de alimento/día (kg)	Eficiencia de la alimentación ^a
Dieta control + 28.5% de melaza	93.1	201.9	1.20	6.48	5.4
Con 30% de pergamino de café + 28.5% de melaza	93.1	188.5	1.05	6.30	6.0

^a Kg de alimento consumido/kg de aumento en peso.

En un segundo estudio con terneros de la misma edad, se probó la proporción de 28.5 de melaza en una dieta que contenía 30% de pergamino (1) en el estudio anterior contenía sólo 20% de melaza). Los resultados se presentan en el cuadro 14, donde se observa que la adición de melaza, o más bien de los carbohidratos solubles que este material contiene, mejoran el aprovechamiento del pergamino, lo que puede apreciarse tanto en la ganancia de peso, como en la conversión alimenticia (25).

Con base en estos resultados, es factible concluir que el pergamino de café puede emplearse como material de relleno en la formulación de raciones destinadas a rumiantes.

Pulpa de café en la alimentación de cerdos

Aunque la pulpa de café no se ha utilizado todavía en la alimentación porcina su composición química (1) indica su posible empleo en raciones para cerdos. Su mayor limitación radica en su alto contenido de fibra cruda, ya que el cerdo carece de las características fisiológicas y microorganismos necesarios para utilizar eficientemente la misma. Sin embargo, el análisis de la fracción proteínica de la pulpa (1) favorece su utilización en la alimentación del cerdo, ya que su composición de aminoácidos esenciales por gramo de nitrógeno es comparable a la de las harinas de algodón y de soja, alimentos utilizados ampliamente en la nutrición porcina.

Se realizaron estudios preliminares orientados a determinar la utilización de pulpa de café por el cerdo, con niveles de 18.0, 15.0 y 12.0% de proteína en la dieta para las etapas de crecimiento de 12-30, 34-60 y 65-90 kg de peso, respectivamente (26). Para cada nivel proteínico, y por consiguiente para cada etapa de desarrollo, se formularon raciones con 0, 8.2, 16.4 y 24.6% de pulpa deshidratada y molida.

La respuesta de los cerdos a los tres niveles de pulpa empleados en cada una de las tres etapas de desarrollo se describen en la figura 3, que también incluye los índices de conversión del alimento. Puede notarse que, independientemente de la edad, el incremento de pulpa redujo el aumento en peso, disminuyendo también la eficiencia de utilización del alimento. Sin embargo, los resultados sugieren que es posible emplear hasta 16% de pulpa de café con ventajas económicas significativas.

Se efectuaron tres balances metabólicos en cerdos recién destetados con raciones que contenían 18% de proteína y los tres niveles de pulpa mencionados. Además, se hicieron determinaciones de sodio y potasio en la orina.

El resultado de los balances metabólicos a que se sometieron estos animales se presenta en la figura 4, donde se aprecia una absorción y retención nitrogenadas en relación inversa al contenido de pulpa de café en las raciones. A pesar de que se trató que la ingesta de alimento fuese homogénea para todos los cerdos— independientemente de la ración o nivel de

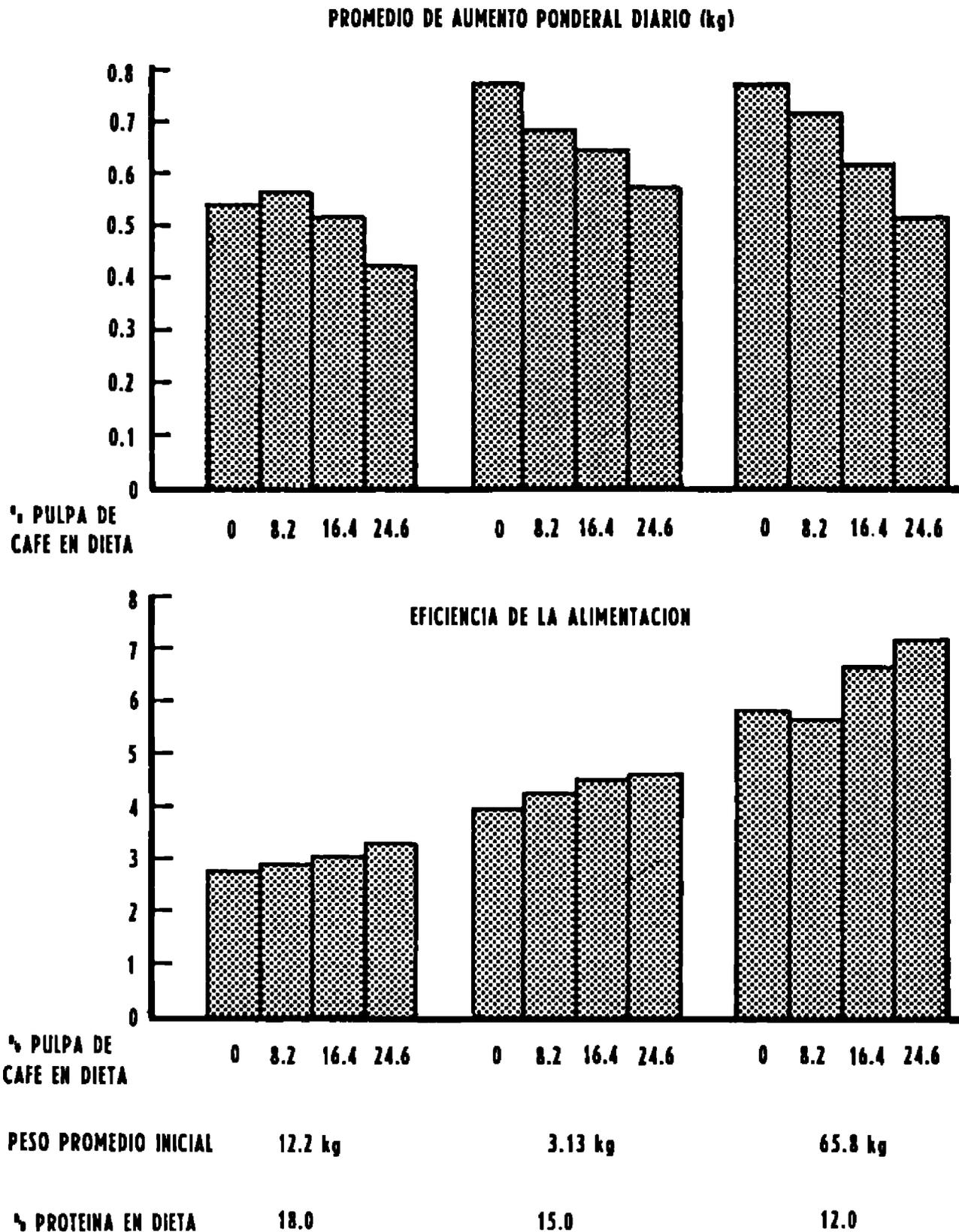


FIG. 3—Comportamiento de cerdos alimentados con niveles diferentes de pulpa de café.

pulpa que recibieron—los animales alimentados con la que contenía 24.6% de pulpa de café comieron 14% menos que los cerdos sujetos a las otras raciones. Los que consumieron la ración control y las que contenían 8.2 y 16.4% de pulpa, mostraron una absorción de nitrógeno de 82.3, 76.7 y 71.4%, con una retención de 46.3, 43.3 y 42.0%, respectivamente. Los cerdos alimentados con la ración que contenía

24.6% de pulpa acusaron en el promedio de los balances—una absorción de 70.4% y una retención de 36.5%. Por consiguiente, estos resultados indican que la pulpa de café tiene buenas posibilidades si se emplea en la nutrición porcina. No obstante, deben realizarse más estudios para conocer las causas de los efectos observados y aumentar así la eficiencia de su utilización.

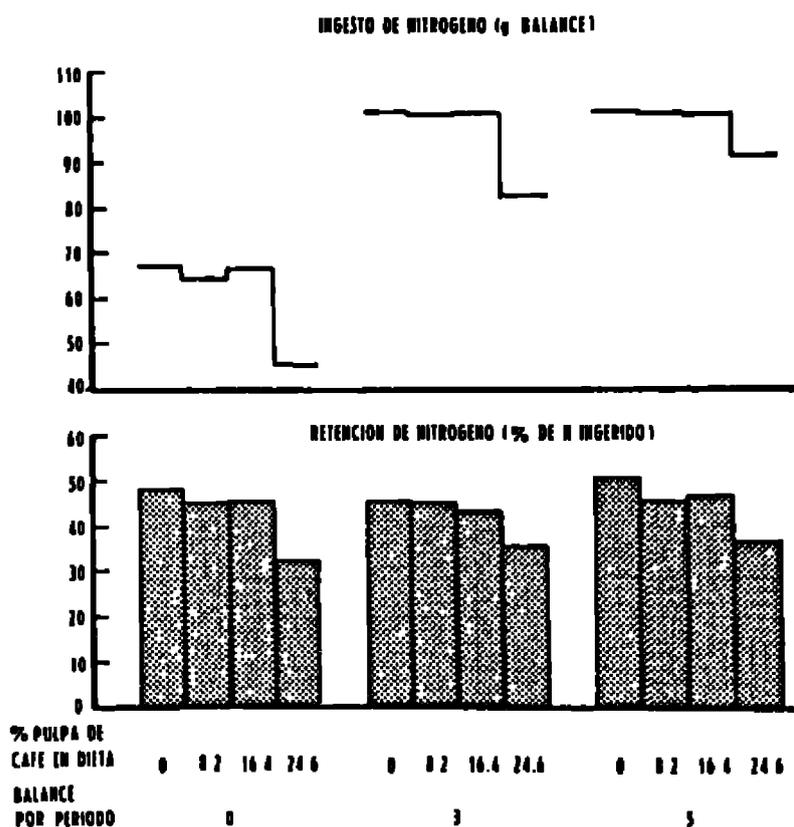


FIG. 4—Balance de nitrógeno de cerdos alimentados con niveles diferentes de pulpa de café.

Procesamiento de la pulpa de café

Como ya se indicó, el problema principal que se encuentra en la utilización de la pulpa de café es su alto contenido de agua. Se han iniciado algunos estudios para resolver este problema, y hasta el momento dos procesos prometen resultados prácticos: uno, a través del ensilado, y el otro, valiéndose de la deshidratación.

Ensilado

El problema del alto contenido de agua de la pulpa del café se ha resuelto parcialmente deshidratándola o ensilándola en la época en que se cosecha y procesa el café. La deshidratación puede llevarse a cabo en forma natural—secándose al sol—o artificialmente por medios mecánicos. Aun cuando ya se dispone de estos últimos, en la práctica sólo se ha empleado la luz solar, la cual, en el término de 36 horas puede reducir el contenido de humedad a niveles de 10 a 12%, que son adecuados para su almacenamiento.

El ensilado de la pulpa de café se realiza del

mismo modo que el de cualquier otro forraje (27). Este proceso se describe en la figura 5. A fin de obtener la mayor proporción posible de materia seca, la humedad se reduce a niveles de 60 a 70% previo al ensilaje. Esto se consigue exponiéndola al sol durante unas 12 horas. La calidad del ensilaje mejora si se le agrega de 3 a 5% de melaza.

El ensilaje podría ser una solución práctica adecuada al problema del alto contenido de agua y al de la producción estacional de la pulpa. El ensilado, después de pocos meses de fermentación, presenta muy buenas características de olor y color, sobre todo cuando se le agrega melaza. Sin embargo, pocas horas después de ser expuesto al aire, aparentemente se oxida y toma un color oscuro, que disminuye su palatabilidad a tal extremo que el animal lo rechaza al poco tiempo.

Se considera que los factores que causan el proceso de oxidación son los polifenoles que

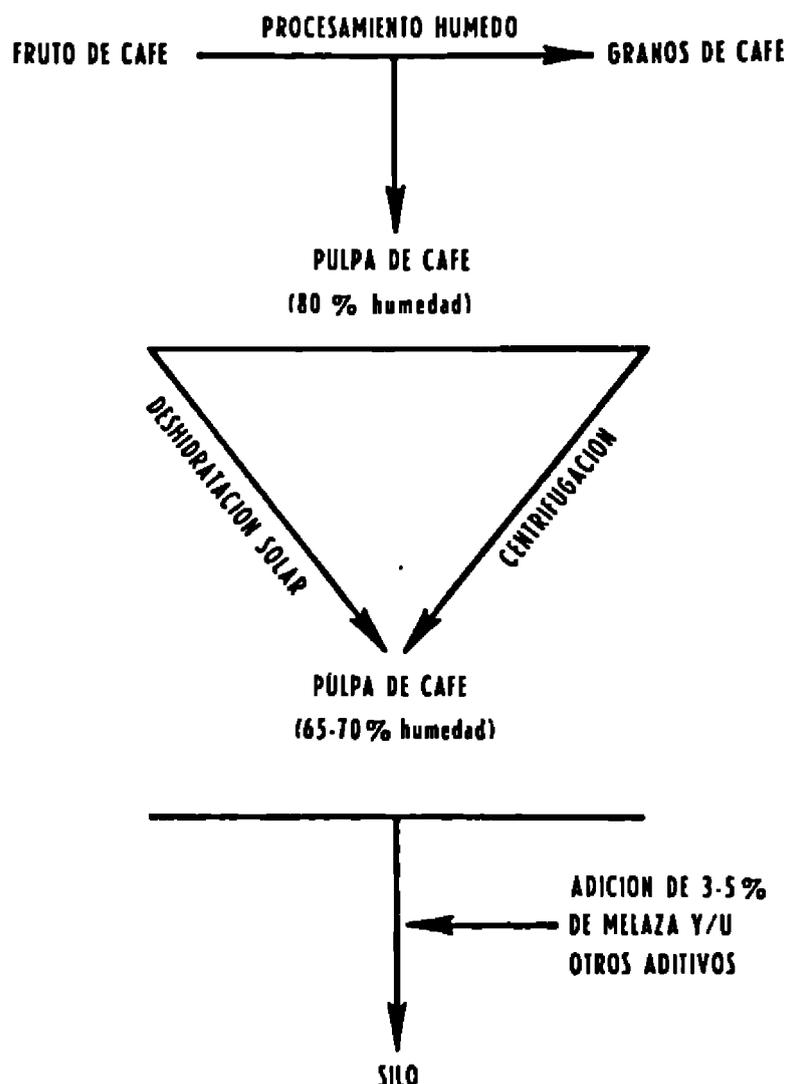


FIG. 5—Pasos en la preparación de ensilaje de pulpa de café.

CUADRO 15. Comportamiento de terneros alimentados con ensilaje de pulpa de café.

Tratamiento	Aumento ponderal promedio (kg/día)		Ingesta de alimento (kg/día)	
	4 meses		14 meses	
Dieta control	1.21 ^a	8.2	1.19 ^b	9.1
Con 30% de pulpa deshidratada al sol	1.00 ^a	7.3	0.98 ^b	7.7
Con 30% de pulpa ensilada y deshidratada	1.06 ^a	7.1	1.08 ^b	7.5

^a Peso inicial promedio: 95.4 kg.

^b Peso inicial promedio: 130.9 kg.

Fuente: Estrada (17).

contiene la pulpa. Como demuestran los datos que se presentan en el cuadro 15, el proceso no altera la calidad nutritiva de la pulpa. De todos modos, es necesario estudiar más el problema, puesto que su solución sería de gran importancia para los países en sus esfuerzos para utilizar eficientemente la pulpa como alimento animal. Una posibilidad, actualmente en estudio, podría ser la de ensilar la pulpa mezclada con otros forrajes que mejoren su palatabilidad, o con aditivos que inhiban los procesos de oxidación.

Deshidratación

Hasta el momento se han estudiado dos

métodos. El primero consiste en esparcir la pulpa al sol sobre una superficie plástica o de cemento en una capa de 3 a 4 pulgadas de espesor. El material se remueve cada tres horas, y si las condiciones solares son adecuadas, el contenido de humedad se reduce a 12% después de 24 a 32 horas de exposición. La pulpa deshidratada toma una coloración muy oscura y puede almacenarse bien, sin problemas ni deterioro alguno. Como se describe en el cuadro 16, se ha notado que los factores antifisiológicos de la pulpa disminuyen cuando el tiempo de almacenamiento es mayor. El contenido de cafeína se redujo hasta 0.45%, y la mortalidad en las ratas experimentales disminuyó cuando

CUADRO 16. Efecto del almacenamiento sobre el contenido de cafeína, aumento en peso y mortalidad de ratas alimentadas con cantidades variables de pulpa de café.

Tiempo de almacenamiento (meses)	Cafeína (%)		pulpa de café en la dieta (%)					
			0	10	20	30	40	50
5	0.90	Peso final (g)	158	146	133	104	88	0
		Mortalidad (%)	0	0	0	0	60	100
9	0.80	Peso final (g)	151	166	163	144	118	0
		Mortalidad (%)	0	0	0	0	16.7	100
15	0.70	Peso final (g)	116	112	124	114	109	99
		Mortalidad (%)	0	0	0	0	0	25
17	0.46	Peso final (g)	123	113	128	116	97	67
		Mortalidad (%)	0	0	0	0	12.5	12.5

Fuente: Bressani, Estrada y Jarquín (1).

aumentó el tiempo de almacenamiento. Este proceso es el método más económico de deshidratar la pulpa de café aunque no necesariamente el más práctico, ya que requiere un área bastante extensa para la distribución del material.

El otro método se basa en el uso de aire caliente (figura 6).

En los estudios realizados en el INCAP se encontró que 1.5 lb de pulpa de café por pie cuadrado con una presión de 604 lb de aire por minuto a una temperatura de 90°C producen 1,840 lb de pulpa seca por día. Podrían obtenerse aún mejores resultados sometiendo la pulpa a una deshidratación mecánica previa—centrifugación continua o prensado parcial (28)—antes de secarla con aire caliente.

Una modificación que ha dado resultados favorables es la deshidratación del subproducto por medio de una secadora de tambores. El material resultante tiene características físicas favorables. El cuadro 17 muestra algunos datos sobre la composición de los productos obtenidos aplicando los diferentes procesos citados. Como se observa, el contenido de cafeína y tanino es mayor en los materiales secados con aire caliente o en secadoras de tambores que en

CUADRO 17. Composición química parcial de la pulpa de café procesada por diferentes métodos (%).

	Deshidra- tada al sol	Ensilada y deshi- dratada	Deshidra- tada en tambor giratorio
Humedad	11.5	10.1	23.2
Materia seca	88.5	89.9	76.8
Proteína (N x 6.25)	14.4	11.2	8.8
Cafeína	0.53	0.42	0.75
Tanino	2.94	1.47	4.06

los procesados al sol. Los respectivos valores nutritivos no se han determinado aún en animales de experimentación.

Además de los procesos señalados, se están investigando otras posibilidades. Una es el empleo de la pulpa de café como medio de cultivo, utilizando luego la masa resultante como alimento para animales. La pulpa se ha inoculado con *Penicillium crustosum*, el cual reduce el nivel de cafeína y al mismo tiempo aumenta el contenido de sólidos totales y de proteína (29).

Los estudios de carácter económico realizados indican que el uso de la pulpa en la alimentación de cerdos y rumiantes produce una relación costo-beneficio favorable para el productor.

Otros usos de la pulpa de café

En vista de la composición química y la relativa abundancia de la pulpa de café en Centro y Sud América es obvio que podría hacerse mejor uso de este recurso que hasta ahora se ha considerado un desperdicio agrícola. En la figura 7 se muestran sus diversas posibilidades. Tanto la pulpa como las aguas de lavado pueden utilizarse como medios de cultivo para la producción de proteína unicelular o mezclas de crecimiento de los microorganismos. Si se obtiene el crecimiento microbiano estos materiales podrían aprovecharse como proteína suplementaria. En vista de que el contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa es aparentemente bueno un concentrado proteíni-

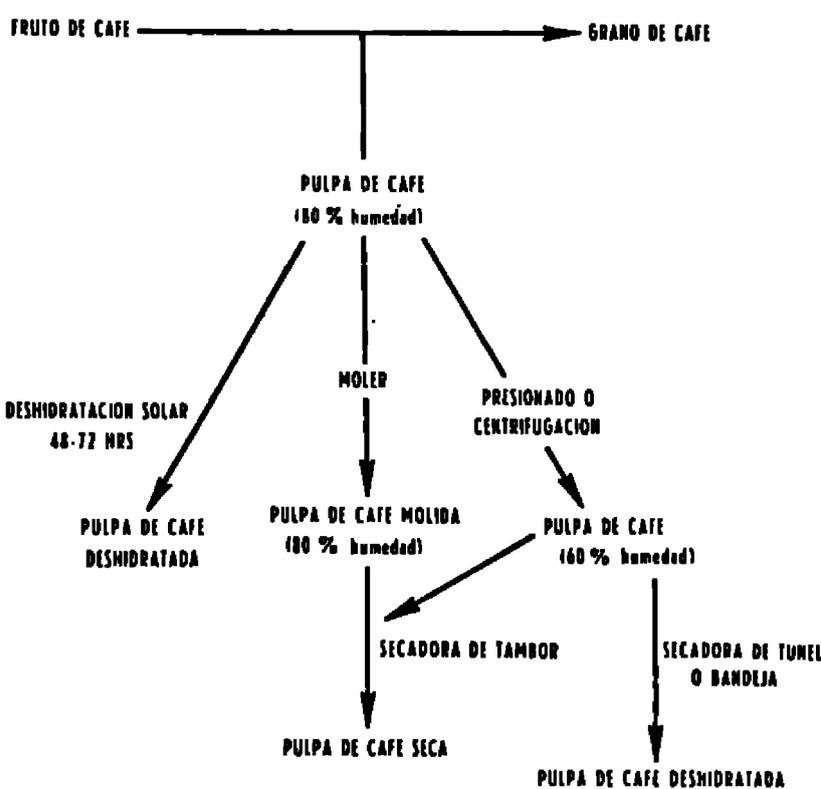


FIG. 6—Pasos a seguir para la deshidratación de la pulpa de café.

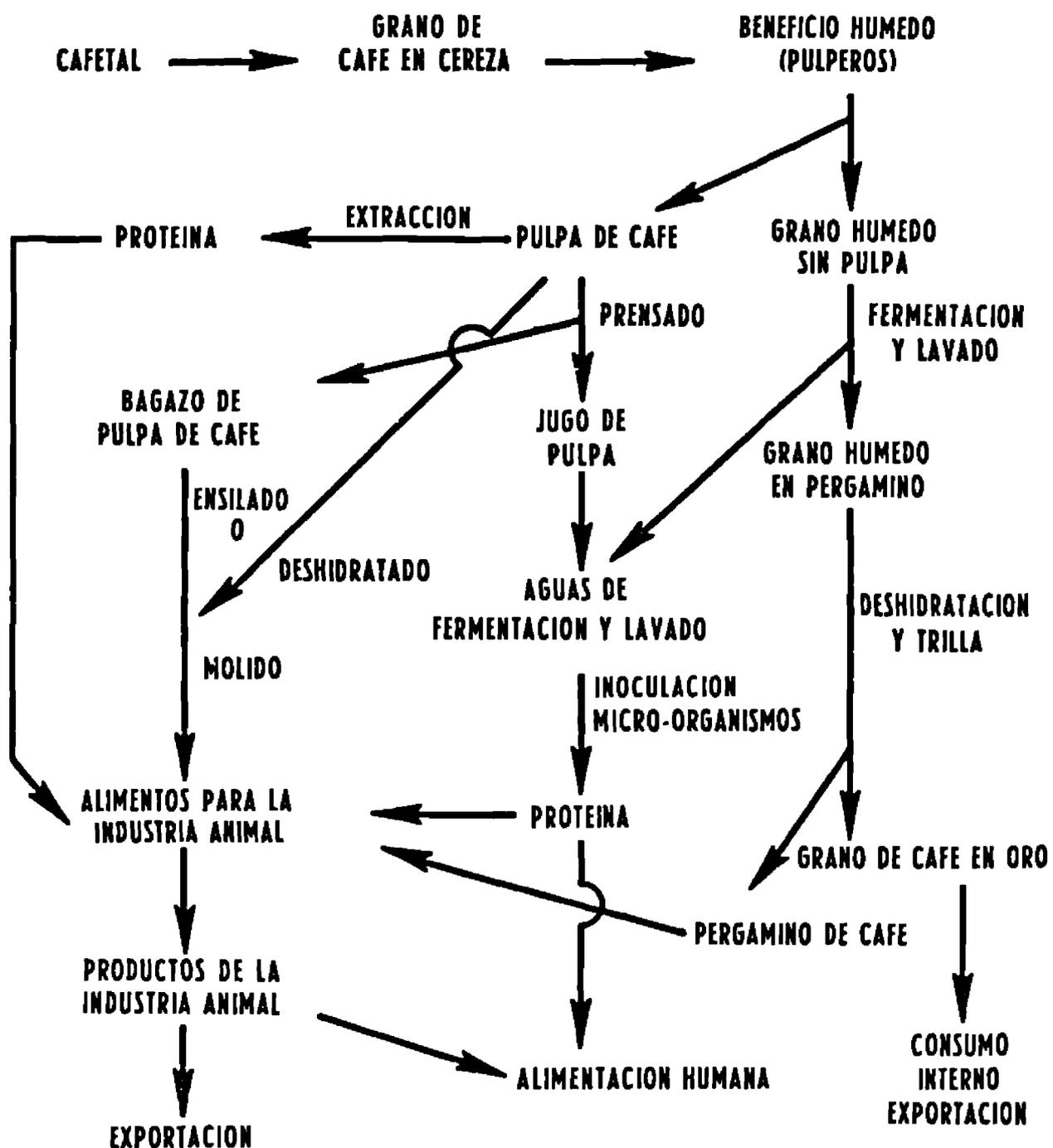


FIG. 7—Posibilidades de industrializar los subproductos del café.

co podría tener múltiples usos. Se estima que en las Américas podrían obtenerse hasta 150,000 kg de proteína de esta fuente.

Estudios recientes del INCAP revelan que la cafeína que contiene la pulpa es de fácil extracción. Debería realizarse un esfuerzo para recuperar este compuesto orgánico, ya que su precio en el mercado es relativamente alto. Se han preparado extractos de café, con los cuales se han elaborado bebidas carbonatadas.

Aun cuando exista cierto número de posibi-

lidades prometedoras para el uso de los subproductos del café, debe tenerse en cuenta que cada una de ellas requiere de investigación continua y extensa. En consecuencia, los países productores de café deben ofrecer incentivos económicos para este esfuerzo. La futura utilización de estos recursos tan sumamente valiosos dependerá del interés de la industria y de los Gobiernos y de la ayuda financiera que estos dos sectores estén dispuestos a ofrecer para las investigaciones necesarias.

REFERENCIAS

(1) Bressani, R., E. Estrada y R. Jarquín. Pulpa y pergamino de café I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba* 22: 299, 1972.

(2) Choussy, F. La pulpa de café como alimento del ganado. *Anales Inst Tecnol El Salvador* 1: 265, 1944.

- (3) Work, S. H., M. L. Van Severen y L. Escalón. Informe preliminar del valor de la pulpa seca del café como sustituto del maíz en la ración de vacas lecheras. *Café El Salvador* 16: 773, 1946.
- (4) Osegueda Jiménez, F. L., R. A. Quiteño h., R. A. Martínez y M. Rodríguez C. Uso de la pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. *Agric El Salvador* 10: 3, 1970.
- (5) Echevarría, G. La pulpa del café como alimento para ganado. *Rev Cafetera Colombia* 8: 3310, 1947.
- (6) Madden, D. E. The Value of Coffee Pulp Silage as a Feed for Cattle. Trabajo de tesis *Magister Scientifical*, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba (Costa Rica), 1948.
- (7) Squibb, R. L. *Present Status of Dried Coffee Pulp and Coffee Pulp Silage as an Animal Feedstuff*. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, 1950. (Boletín mimeografiado.)
- (8) Bolaños, J. R. La pulpa de café como alimento para ganado. *Café El Salvador* 23: 217, 1953.
- (9) Rogerson, A. Nutritive value of coffee hulls. *East African Agr J* 20: 254, 1955.
- (10) Van Severen, M.L. y R. Carbonell. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. *Café El Salvador* 19: 1619, 1947.
- (11) Jarquín, R., J. M. González, J. E. Braham y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. II. Utilización de pulpa de café en la alimentación de rumiantes. *Turrialba* 23: 41, 1973.
- (12) Bará, H. M., F. M. Espinosa y M. S. Guerrero. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. Santa Tecla (El Salvador), *Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café*, 1970, (Boletín Informativo 92.)
- (13) Braham, J. E., R. Jarquín, J. M. González y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Arch Latinoam Nutr* 23: 379, 1973.
- (14) Flores Recinos, F. Respuesta bio-económica de novillos en engorde con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Trabajo de tesis *Magister Scientifical*, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba (Costa Rica), 1973.
- (15) Bressani, R., E. Estrada, L. G. Elías, R. Jarquín y L. Urrutia 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, 1973.
- (16) Jaffé, W. y D. S. Ortiz. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. *Agro* 23: 31, 1952.
- (17) Estrada, E. Cafeína y taninos como factores limitantes en el uso de la pulpa de café en la alimentación de terneros. Trabajo de tesis *Magister Scientifical*, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP. Guatemala, 1973.
- (18) Cabezas, M. T., J. M. González y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. V. Absorción y retención de nitrógeno en terneros alimentados con raciones elaboradas con pulpa de café. *Turrialba*, 1974. En prensa.
- (19) Bressani, R. y J. E. Braham. Effect of water intake on nitrogen metabolism in dogs. *J Nutr* 82: 469, 1964.
- (20) Cabezas, M. T., B. Murillo, R. Jarquín, J. M. González, E. Estrada y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. *Turrialba*, 1974. En prensa.
- (21) Deriaz, R. E. Routine analysis of carbohydrates and lignin in herbage. *J Sci Food Agr* 12: 152, 1961.
- (22) Van Soest, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forage". *J Anim Sci* 26: 119, 1967.
- (23) Crampton, E. W. The relation of cellulose and lignin content to the nutritive value of animal feeds. *J Nutr* 15: 383, 1938.
- (24) Murillo, B., E. Estrada y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VIII. Composición de carbohidratos estructurales, y contenido de cafeína y taninos de pulpa y pergamino de café con diferentes tratamientos. Manuscrito en preparación.
- (25) Jarquín, R., B. Murillo, J. M. González y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. VII. Utilización de pergamino de café en la alimentación de rumiantes. Enviado para su publicación en *Turrialba*, 1974.
- (26) Rosales, F. Uso de la pulpa de café deshidratada en la alimentación de cerdos". Trabajo de tesis *Magister Scientifical*, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP. Guatemala, 1973.
- (27) González, J. M. Boletín informativo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP. VIII. Preparación de ensilaje de pulpa de café. *Rev AGA* (Guatemala) No. 27, 16, 1973.
- (28) Molina, M., G. de la Fuente y R. Bressani. Pulpa y pergamino de café. IX. Estudios sobre la deshidratación y procesamiento de la pulpa de café. Manuscrito en preparación.
- (29) Scrimshaw, N. S. y R. H. Kurtzman, Jr. Fungal decaffeination of roast coffee infusions. *J Food Sci* 37: 921, 1972.