

Evaluación nutricional, en cerdos, de la pulpa de café sometida a varios procesos de almacenamiento^{*1/}_____

ROBERTO JARQUIN**, RICARDO BRESSANI***

ABSTRACT

Coffee pulp grown in the same locality was divided into three parts for different treatments. The first was sun-dehydrated, the second ensilaged with 6 per cent molasses and the third also ensilaged with the same percentage of molasses and 1.5 per cent sodium metabisulfite. After the fermentation process the ensiled materials were sun-dehydrated, ground, analyzed, and incorporated into rations for swine at a 16 per cent constant level.

The nine-week trial included a total of 40 Landrace pigs with an average initial weight of 61 kg. The animals were distributed into five homogeneous groups of eight animals each, four males and four females, according to weight. The groups were housed in adequate pens with optimum hygienic conditions. Water and feed were supplied ad libitum. Individual weights as well as feed consumption per group were recorded weekly.

The process of ensiling increased the ash and cellular content of the pulp, and decreased cellular walls, cellulose and lignin. The pulp treated with sodium metabisulfite showed a marked increase in tannins.

The growth response observed does not indicate significant differences among treatments. Nevertheless, the animals showed a tendency for a greater consumption of dehydrated or ensiled and dried coffee pulp without additives. The weight gain and feed conversion of the group fed the sun-dehydrated pulp were similar to those of the control group. The addition of 0.25 per cent of DL-methionine to one of the rations did not improve pulp utilization.

It may be concluded that 16 per cent of sun-dried coffee pulp can be safely used as a corn substitute in swine feeding.

Introducción

LA PULPA de café se separa del grano aplicando un proceso húmedo, mecánico, de uso muy generalizado en los países productores de café de América Latina. Según se indica en publicaciones previas, la pulpa representa el 43,2 por ciento del fruto maduro (8).

Tanto la pulpa como las aguas de desecho que se eliminan durante el proceso se dejan simplemente a la

* Recibido para la publicación el 11 de octubre de 1977.

1/ Este trabajo fue financiado con fondos de la Research Corporation, Nueva York, N. Y. (Subvención INCAP N° 740) y del International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canadá (Subvención INCAP N° 840).

** Científico de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

*** Jefe de la citada División.

Publicación INCAP E-932.

intemperie o bien se descartan aprovechando los ríos, contaminando el agua, y acarreado consecuentemente, serios problemas de salud pública. Esto último ha obligado al sector de la salud a establecer medidas de control para evitar al máximo el peligro de contaminaciones por multiplicación de los microorganismos que origina el proceso de putrefacción de este desecho. Si bien es cierto que antes de 1950 hubo interés en el uso de la pulpa de café en nutrición animal, las experiencias efectuadas en aquel entonces, aunque con resultados positivos, no alcanzaron el éxito deseado (12, 22, 25, 26, 28). Sin embargo, la utilización de la pulpa de café de nuevo comenzó a cobrar interés a partir de 1970. Ahora los resultados de investigaciones relativamente recientes permiten concluir que este subproducto puede ser utilizado eficientemente en raciones para rumiantes (3, 4, 5, 9, 10, 14, 20, 24), cerdos (19, 21) y pollos (7). No obstante, es necesario controlar los niveles de pulpa a emplear en las raciones destinadas a distintas especies de animales, debido a la presencia de ciertos factores antifisiológicos como la cafeína, los taninos y algunos compuestos fenólicos libres (13, 18). Hace poco se determinó que la adición de metabisulfito de sodio a la pulpa fresca, previamente a su deshidratación, ocasiona algunos cambios físico-químicos que mejoran la estructura celular y la composición química de la misma (23), lo que sugiere un posible incremento

en la incorporación de este subproducto a las raciones, y una utilización más eficiente del mismo. En vista de lo expuesto, se consideró pertinente estudiar el efecto que el proceso de conservación de la pulpa, con o sin aditivos, ejerce sobre el crecimiento del cerdo.

Materiales y métodos

La pulpa de café usada en este trabajo provenía de una misma localidad, y fue transportada en estado fresco a la Finca Experimental del INCAP, situada a una altura de 1 480 m sobre el nivel del mar. El material se dividió en tres partes. La primera fue deshidratada al sol, y molida posteriormente para ser incorporada a una de las raciones experimentales. Una segunda parte fue ensilada con 6 por ciento de melaza y la última también se ensiló con la misma cantidad de melaza pero con el agregado de 1,5 por ciento de metabisulfito de sodio.

Ambos ensilajes fueron preparados en silos de trinchera empleando un sistema sometido a experimentación previa para la elaboración de ensilaje de pulpa de café (16). Los materiales ensilados fueron oportunamente deshidratados al sol, molidos y almacenados en bolsas de papel para luego utilizarlos en la elaboración de las raciones que se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1.—Formulación de las raciones empleando pulpa de café expuesta a diferentes tratamientos.

Ingrediente	Número Internacional de referencia	Raciones				
		1	2	3	4	5
Premezcla (soya-maíz) ^a	4-07-911 + 5-04-604	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
PC deshidratada al sol	1-09-734	—	16,0	—	—	—
PC ensilada con melaza	1-09-734	—	—	16,0	—	—
PC ensilada con melaza y 1,5% de Na ₂ S ₂ O ₃	1-09-734	—	—	—	16,0	16,0
Tazol molido	—	8,0	—	—	—	—
Melaza	4-13-251	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Miñerales ^b	—	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Maíz	4-07-911	23,75	15,75	15,75	15,75	15,50
Vitaminas + elementos menores ^c	—	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DL-metionina	—	—	—	—	—	0,25
TOTALES		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

PC = Pulpa de café

a 35% de soya y 65% de maíz

b Hegsted, *et al*, Choline in the nutrition of chicks *J Biol. Chem*, 138:4459-4466, 1941

c Manna and Hauge A possible relationship of vitamin B₁₂ to orotic acid *J Biol. Chem*, 202: 91-96, 1953.

Las raciones experimentales se prepararon a partir de una premezcla de 65 partes de maíz molido y 35 de harina de soya. De esta premezcla se tomó 50 por ciento para cada una de las formulaciones, incluyendo un nivel constante de 16 por ciento de pulpa de café. Con el objeto de uniformizar el contenido de fibra de las raciones se hizo necesario utilizar tazol* molido en la ración control. Los demás ingredientes de las raciones fueron constantes, salvo el maíz molido que se utilizó para completarlas a 100 gramos.

Las raciones ya elaboradas se sometieron a análisis químico proximal, empleando los métodos oficiales de la AOAC (1). Además del análisis químico proximal, en la pulpa de café deshidratada, sujeta a los diferentes tratamientos, se determinó también su contenido de cafeína (17) y de taninos (1); el fraccionamiento de las paredes celulares se hizo según el método de Van Soest (29) y de Van Soest y Wine (30, 31).

El ensayo de crecimiento se llevó a cabo en un total de 40 cerdos raza Landrace que en un experimento previo habían alcanzado un peso promedio de 61 kilogramos.

* Término que denota la parte vegetativa y deshidratada de la planta de maíz, desde el punto en que se colecta la mazorca hacia arriba.

Dichos animales se distribuyeron en 5 grupos homogéneos en función a su peso y sexo, quedando así asignados 8 animales por grupo, 4 machos y 4 hembras. Cada grupo de cerdos se alojó en porquerizas de 5 por 2 metros, que se mantuvieron en condiciones óptimas de higiene. A través de todo el ensayo, cuya duración fue de 9 semanas, se administró a los animales agua y alimentación *ad libitum*. Semanalmente se registró su peso individual, así como la ingesta de alimento por grupo.

Resultados

En el Cuadro 2 se dan a conocer los resultados correspondientes al análisis químico proximal tanto de la pulpa de café sometida a los diferentes tratamientos, como de las raciones elaboradas con ella para propósitos de esta investigación. Según se aprecia, la mayor diferencia entre las diversas muestras de pulpa estriba en el alto contenido de cenizas que acusaron aquellas sometidas al proceso de ensilaje, con y sin la adición de metabisulfito de sodio. Las dos muestras de pulpa ensilada, sin y con la adición de metabisulfito tuvieron una menor cantidad de fibra cruda. Sin embargo, en lo que respecta a las raciones, el análisis proximal no muestra mayores diferencias entre sus distintos componentes.

Cuadro 2 — Análisis químico proximal de pulpa de café expuesta a diferentes tratamientos y de las raciones elaboradas con las mismas (%).

	Humedad	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína (N x 6,25)	Cenizas	Extracto libre de nitrógeno
Pulpa de café ^a	14,6	2,8	20,2	9,9	5,6	46,9
Pulpa de café ^b	13,4	2,6	17,0	10,1	9,4	47,5
Pulpa de café ^c	12,8	2,8	17,0	10,1	9,8	47,5
Ración N° 1	17,8	2,4	3,7	14,5	5,8	55,8
Ración N° 2	16,7	2,5	4,6	14,7	6,0	55,5
Ración N° 3	16,7	2,5	3,9	14,4	6,2	56,3
Ración N° 4	16,6	2,6	4,4	14,0	6,2	56,3
Ración N° 5	17,6	2,5	3,6	14,7	6,7	54,9

a Pulpa deshidratada al sol no ensilada y sin adición de metabisulfito.

b Pulpa deshidratada al sol ensilada con adición de melaza.

c Pulpa deshidratada al sol ensilada con adición de melaza y metabisulfito.

Los datos referentes al fraccionamiento de las paredes celulares de la pulpa de café sometida a los distintos procesos de conservación se presentan en el Cuadro 3. Como se observa, los resultados indican que el proceso de ensilaje por sí solo eleva el contenido celular, mostrando además una reducción en lo que respecta a paredes celulares, celulosa y lignina. En el mismo Cuadro 3 se incluye información adicional concerniente al contenido de cafeína y taninos del material bajo estudio. La pulpa tratada con metabisulfito de sodio demostró tener mayor cantidad de taninos lo cual era de esperar ya que este agente químico inhibe el empardamiento enzimático, fenómeno éste en el que los taninos juegan un papel importante. El contenido de cafeína en las dos pulpas ensiladas con o sin metabisulfito, fue mayor que en la pulpa fresca deshidratada.

El comportamiento de los cerdos alimentados con las distintas raciones experimentales se resume en el Cuadro 4. Si bien es cierto que el análisis estadístico efectuado no revela diferencias significativas en lo concerniente a ganancias de peso entre los distintos tratamientos, sí se observa cierta tendencia de los animales a favorecer la ración con pulpa deshidratada (Nº 2) o ensilada-deshidratada, sin aditivos (Nº 3), siendo la ganancia de peso y la conversión alimenticia del grupo de cerdos alimentado con pulpa de café únicamente deshidratada al sol, similares a las del grupo control. Los resultados también indican que el agregado de 0,25 por ciento de DL-metionina a una de las raciones no mejoró su utilización.

En lo concerniente al consumo de alimento, se aprecia una ingesta ligeramente mayor de las raciones que contenían pulpa de café deshidratada al sol (Nº 2) y ensilada-deshidratada (Nº 3), registrándose un menor consumo en los cerdos cuya ración tenía pulpa ensilada con metabisulfito (Nº 4), acentuándose esta diferencia

Cuadro 3.—Fraccionamiento de las paredes celulares, contenido de cafeína y de taninos de pulpa de café expuesta a diferentes tratamientos (g/100 g).

	Tratamientos de la pulpa		
	a 1	b 2	c 3
Humedad	14,60	13,40	12,80
Paredes celulares	62,30	48,40	47,30
Ligno-celulosa	57,00	45,50	47,10
Lignina	24,80	18,00	19,20
Celulosa	31,00	27,10	27,80
Hemicelulosa	5,30	2,90	0,20
Cenizas insolubles	1,20	0,40	0,60
Cafeína	0,35	0,65	0,63
Taninos	2,62	2,18	3,61

a, b, c Véase notas identificadas con las mismas letras al pie del Cuadro 2

en la ración en que se incorporó el aminoácido metionina (Nº 5). La conversión alimenticia revela un leve descenso en el caso de todas las raciones preparadas con pulpa de café

Cuadro 4.—Comportamiento de los cerdos alimentados con las distintas raciones experimentales

	Raciones Nº				
	1	2	3	4	5
Peso promedio inicial por cerdo (kg)	61,4	60,9	61,3	60,9	61,6
Peso promedio final por cerdo (kg)	104,9	105,1	100,6	98,4	94,1
Consumo de alimento por animal (kg)	213,6	223,8	221,7	194,0	174,0
Consumo diario por cerdo (kg)	3,39		3,52	3,08	2,76
Aumento de peso por animal (kg)	43,5	44,2	39,3	37,5	32,5
Aumento diario de peso por cerdo (kg)	0,691	0,701	0,623	0,595	0,517
Eficiencia de conversión del alimento	4,9	5,1	5,6	5,2	5,3
Consumo de pulpa de café, kg/cerdo/día	—	0,568	0,563	0,493	0,442
Consumo total de pulpa de café por animal (kg)	—	35,8	35,5	31,0	27,8

Discusión

La premezcla de maíz y soya empleada en la elaboración de las raciones experimentales se formuló en base a estudios biológicos realizados con ratas, y representa la combinación del valor proteínico óptimo entre la proteína de soya y la de maíz (6); además, esta misma premezcla ha rendido resultados satisfactorios en ensayos efectuados en cerdos en diferentes etapas de crecimiento y desarrollo (19, 21). La incorporación de 16 por ciento de pulpa de café deshidratada y molida en las distintas formulaciones obedeció a informes que sugieren éste como el nivel óptimo a emplear en raciones para cerdos (19, 21). El análisis químico proximal de las diferentes pulpas, descrito en la Sección precedente, refleja resultados similares a los notificados por otros investigadores (7, 8). Ocurre una reducción en el contenido de fibra cruda en la pulpa ensilada, y en la ensilada y tratada con metabisulfito, así como un incremento en el contenido de cenizas de ambas pulpas con respecto a la ración control. Sin embargo, el análisis proximal de las diferentes raciones muestra diferencias tan pequeñas entre sí que prácticamente pueden considerarse como isoproteínicas e isocalóricas, con un nivel de proteína y de fibra adecuado para la edad y el peso de los animales bajo experimentación.

El análisis de los resultados en cuanto a la composición química de la pulpa y del fraccionamiento de la fibra, revela que el solo proceso de ensilaje así como la adición de metabisulfito de sodio al momento de ensilar, rinden un producto con cambios favorables en el fraccionamiento de las paredes celulares. Estos resultados corroboran los informados por Murillo y colaboradores (23) al adicionar metabisulfito de sodio en diferentes concentraciones a la pulpa fresca y luego deshidratada al sol, o bien deshidratada mecánicamente. No obstante, es de interés mencionar que el proceso de ensilaje por sí solo aumenta el contenido celular y reduce la concentración de lignina y celulosa.

Se ha informado que la pulpa de café tiene un alto contenido de compuestos fenólicos de bajo peso molecular, los que, después de sufrir empardamiento enzimático por procesos oxidativos, forman compuestos que contienen grupos quinónicos que pueden combinarse con las proteínas, modificando las propiedades biológicas de las mismas. Por otra parte, se sabe también que los compuestos de alto peso molecular como los taninos pueden formar compuestos insolubles con las proteínas (11, 15, 27), y que para impedir que estas dos reacciones ocurran es necesario evitar la oxidación de los compuestos fenólicos libres e impedir la formación del complejo tanino-proteína; esto se logra por medio de la adición de un compuesto reductor como lo es el metabisulfito de sodio.

En el presente trabajo se pudo determinar un mayor contenido de taninos en la pulpa adicionada de metabisulfito, lo que bien podría haberse debido a un bloqueo oxidativo inducido por el agente reductor empleado. A pesar de ello, los cambios físico-químicos observados en la pulpa de café sometida a los distintos tratamientos y que pueden considerarse como favorables desde el punto de vista químico-estructural para el material en estu-

dio no reflejan ninguna mejora en su calidad nutritiva al analizar los resultados de la respuesta biológica de los cerdos (Cuadro 4). Si bien es cierto que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, la sola adición de metabisulfito produjo un crecimiento más lento y una sensible baja en el consumo de alimento. Por otra parte, en base a los resultados obtenidos al alimentar a los animales con pulpa deshidratada al sol y pulpa ensilada-deshidratada, se puede concluir que no existe ninguna relación entre la ingesta de pulpa y el contenido de cafeína y taninos de las mismas. Este hecho sugiere que la concentración de estos compuestos en la pulpa de café utilizada empleando un nivel de 16 por ciento en la ración, no ejerce ningún efecto perjudicial en el crecimiento de los cerdos.

La incorporación del aminoácido DL-metionina a una de las raciones experimentales se hizo a partir de resultados preliminares obtenidos en nuestros laboratorios, los cuales indican una mayor excreción de sulfatos en la orina de animales alimentados con pulpa de café. Asimismo, se ha informado que la adición de metionina contrarresta el efecto detrimental de los taninos (2). Ajeno a ello, si el metabisulfito impide la oxidación de los fenoles libres éstos pueden ser absorbidos por el animal y eliminados en la orina como glucuronatos o sulfatos, lo que implica el uso de aminoácidos azufrados y, por consiguiente, una mayor demanda de éstos; sin embargo, en el presente estudio, la adición de 0,25 por ciento de DL-metionina produjo menores ganancias de peso y una notoria reducción en el consumo de alimento. Los efectos negativos en cuanto a crecimiento y consumo de alimento observados con la pulpa adicionada de metabisulfito podrían atribuirse a la alta concentración del agente reductor empleado. Esto es de presumir, ya que si se adicionó 1,5 por ciento de metabisulfito a la pulpa en base húmeda, al deshidratarla la concentración aumentó considerablemente pudiendo así alcanzar un nivel tóxico.

El hallazgo de que la pulpa de café ensilada es similar a la no ensilada en lo que a la respuesta en crecimiento de los cerdos concierne, puede considerarse como una solución adecuada al problema del alto contenido de humedad de la misma al momento de despulpar el fruto; ello es obvio, dado que permite su almacenamiento y conservación sin alterar su valor nutritivo, para deshidratación posterior. No hay que olvidar que gran parte del fruto de café se procesa en la época lluviosa, que es cuando el caficultor aprovecha todas las facilidades físicas y condiciones ambientales apropiadas para la deshidratación del grano; además, la incorporación de 16 por ciento de pulpa deshidratada y molida a raciones para cerdos, en sustitución del maíz, ofrece un mercado prometedor para un material que todavía se sigue catalogando como desecho agrícola.

Resumen

Se estudió pulpa de café proveniente de una misma localidad dividida en tres partes: la primera se deshidrató al sol; la segunda fue ensilada con 6 por ciento de melaza, y la última con la misma cantidad de melaza y 1,5 por ciento de metabisulfito de sodio. Los materia-

les ensilados también fueron oportunamente deshidratados al sol, molidos, analizados y almacenados para su utilización a un nivel constante de 16 por ciento en la elaboración de raciones para cerdos.

El ensayo, de nueve semanas de duración, incluyó un total de 40 cerdos Landrace cuyo peso promedio era de 61 kg. Estos fueron distribuidos en 5 grupos homogéneos, en función a su peso y sexo, de 8 animales cada uno, 4 machos y 4 hembras. Cada grupo se alojó en porquerizas adecuadas, las que se mantuvieron en condiciones higiénicas óptimas. El agua y el alimento fueron suministrados *ad libitum*. Semanalmente se registró el peso individual, así como la ingesta de alimento por grupo.

El proceso de ensilaje reveló un aumento del contenido de cenizas de la pulpa así como de su contenido celular, y una reducción en lo que respecta a paredes celulares, celulosa y lignina. En la pulpa tratada con metabisulfito de sodio el contenido de taninos aumentó.

La respuesta en crecimiento no acusó diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Sin embargo, los animales mostraron cierta tendencia a consumir más pulpa deshidratada o ensilada-deshidratada, sin aditivos, siendo la ganancia de peso y la conversión alimenticia del grupo alimentado con pulpa de café solo deshidratada al sol, similares a las del grupo control. La adición de 0,25 por ciento de DL-metionina a una de las raciones no mejoró la utilización de la pulpa. Los resultados permiten, pues, concluir que es factible utilizar un 16 por ciento de pulpa de café, solo deshidratada al sol, como sustituto del maíz, en la alimentación porcina.

Literatura citada

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC 11th ed. Washington, D.C., The Association 1970 957 p.
- ARMANIOUS, M. W., BRITTON, W. M. y FULLER, H. I. Effect of methionine and choline on tannic acid and tannin toxicity in the laying hen. *Poultry Science* 52: 2160-2168 1953.
- BARA, H. M., ESPINOZA, F. M. y GUERRERO, M.S. Determinación del nivel adecuado de pulpa de café en la ración de novillos. Santa Tecla, El Salvador, Instituto Salvadoreño de Investigaciones del Café (ISIC) 1970 8 p. (Boletín Informativo N° 92).
- BRAHAM, J. E., JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café III. Utilización de la pulpa de café en forma de ensilaje. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 23: 379-388 1973.
- BRESSANI, R., CABEZAS, M. T., JARQUIN, R. y MURILLO, B. The use of coffee processing waste as animal feed. In: *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.
- y ELIAS, I. G. All-vegetable protein-mixtures for human feeding. The development of INCAP vegetable mixture 14 based on soybean flour. *Journal of Food Science* 31: 626-631 1966.
- BRESSANI, R., ESTRADA, E., ELIAS, I. G. y JARQUIN, R. y URRUTIA DE VALLE, L. 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.
- y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café I. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba* 22 (3): 299-304 1972.
- CABEZAS, M. T. Utilización de pulpa de café para la alimentación de ganado bovino. *Boletín Informativo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP. VII. Revista "AGA" (Guatemala)*, Año 16 - Epoca IV - N° 26: 16-19 1973.
- , MURILLO, B., JARQUIN, R., GONZALEZ, J. M. y ESTRADA, E. Pulpa y pergamino de café VI. Adaptación del ganado bovino a la pulpa de café. *Turrialba* 24 (2): 160-167 1974.
- DRIEDGER, A. y HATFIELD, E. E. Influence of tannins on the nutritive value of soybean meal for ruminants. *Journal of Animal Science* 34: 465-468 1972.
- ECHAVARRIA, G. La pulpa de café como alimento para el ganado. *Revista Cafetera de Colombia* 8(15): 3310-3313 1947.
- ESTRADA, E. Cafeína y Taninos como Factores Limitantes en el Uso de la Pulpa de Café en la Alimentación de Ternero. Tesis (*Magister Scientiæ*) Centro de Estudios Superiores en Nutrición y Ciencias de Alimentos (CESNA) Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala/INCAP 1973.
- FLORES RECINOS, F. Respuesta Bio-Económica de Novillos en Engorde Alimentados con Diferentes Niveles de Pulpa de Café Ensilada y Proteína. Tesis de Grado (*Magister Scientiæ*). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica 1973 61 p.
- GLICK, Z. y JOSLYN, M. A. Effect of tannic acid and related compounds on the absorption and utilization of proteins in the rat. *Journal of Nutrition* 100: 516-520 1970.
- GONZALEZ, J. M. Boletín Informativo de la División de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del INCAP VIII. Preparación de ensilaje de pulpa de café. Revista "AGA" (Guatemala), Año 16 - Epoca IV - N° 27: 16-19 1973.
- ISHLER, N. H., FINUCANE, I. P. y BORKER, E. Rapid spectrophotometric determination of caffeine. *Analytical Chemistry* 20: 1162-1166 1948.
- JAFFE, W. y ORTIZ, D. S. Notas sobre el valor alimenticio de la pulpa de café. *AGRO (Venezuela)* 23: 31-37 1952.
- JARQUIN, R., GOMEZ-BRENES, R. A., BERDUCIDO L. y BRESSANI, R. Efecto de los niveles proteínicos y de la pulpa de café en raciones para cerdos criollos. *Turrialba* 27 (2): 179-185 1977.
- , GONZALEZ, J. M., BRAHAM, J. E. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café II. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de ruminantes. *Turrialba* 23 (1): 41-47 1973.
- , ROSALES, F. A., GONZALEZ, J. M., BRAHAM, J. E. y BRESSANI, R. 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.

- 22 MADDEN D. E. The value of coffee pulp silage as feed for cattle. Tesis de grado (*Magister Scientiae*), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas Turrialba, Costa Rica. 1948. 58 p
- 23 MURILLO, B., CABEZAS, M. T., JARQUIN, R. y BRESSANI, R. Effect of bisulfite addition on the chemical composition and cellular content fractions of dehydrated coffee pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 25(5): 1090-1092 1977.
- 24 OSEGUEDA JIMENEZ, F. L. *et al* Uso de la pulpa de café seca en el engorde de novillos en confinamiento. *Agricultura de El Salvador* 10: 3-9 1970
- 25 SQUIBB, R. L. El empleo de la pulpa de café como alimento de ganado. *Revista de Agricultura (Costa Rica)* 17: 389-401. 1945
- 26 ——— El ensilaje de pulpa de café en el engorde de becerros. *La Hacienda* 40 (9): 438-441 1945
- 27 VAN BUREN, J. P. y ROBINSON, W. B. Formation of complexes between protein and tannic acid. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 17: 772-777 1969
- 28 VAN SEVEREN, M. I. y CARBONELL, R. Estudios sobre digestibilidad de la pulpa de café y de la hoja de banano. *Café de El Salvador* 19: 1619-1624 1949
- 29 VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agriculture Chemists* 46: 829-835 1963
- 30 ——— y WINE, R. H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 51: 780-785 1968
- 31 ——— Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cellwall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 50: 50-55 1967

Reseña de Libros

VELEZ HERNANDEZ, JAIME Crédito Rural San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1977. 306 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos N° 31). US\$ 5,50.

De la lectura de los diferentes capítulos que contiene la obra, se puede colegir el amplio dominio y versado conocimiento que sobre la materia hace gala el autor.

En realidad se trata de un libro que por su contenido y claridad en la exposición de los diferentes temas del crédito rural, se considera muy valioso, tanto para los estudiantes en esa disciplina, como también para material de consulta a los profesionales que laboran en Instituciones Bancarias o de Fomento Rural en los diferentes países de América Latina.

En cursos de Crédito Agrícola, y en aquellos de economía agrícola que tengan capítulos sobre crédito, la obra puede servir de lectura obligatoria para los estudiantes que siguen esos cursos.

Como este excelente libro va a tener más de una edición, se puede sugerir para el futuro complementar el texto con algunos temas o capítulos que no fueron expresamente tocados por el Dr. Vélez, pero que podrían agregarse en futuras ediciones. Entre ellos serían de consideración los siguientes:

- Presentación de un modelo básico, que contemple procedimientos aplicables en la preparación y evaluación de proyectos agrícolas o agro-industriales específicos.
- Exposición sobre un plan de explotación o proyecto de inversiones de una unidad productora compuesta de diversas actividades, con el fin de lograr el mejor uso de los recursos crediticios, mediante la fijación de diversas alternativas de producción.
- Bases para un sistema de tasación o valoración de los bienes otorgados por los usuarios en garantía

de los préstamos, sean estos prendarios, hipotecarios o de otra índole.

- Posibilidad de incluirse en el texto, los formularios que se consideren apropiados para obtener la información generalmente requerida en la recepción de solicitudes y cualquier otra información básica para el trámite de operaciones bancarias. Asimismo, la presentación de modelos de los instrumentos o documentos de crédito más usuales para la formalización de los préstamos (pagarés-certificados de prenda-hipotecas, etc.) y los requisitos legales que los mismos demanden.

ALBERTO ARMIJO P.
BANCO CENTRAL DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA

NOYES, ROBERT. ed. Fuel cells for public utility and industrial power. Park Ridge, N. J., Noyes Data, 1977. 322 p. US\$ 42.

Este libro trata de las pilas de combustión, en las que la energía química de un combustible se convierte directamente en corriente eléctrica. Las plantas de energía basadas en pilas de combustión ofrecen una de las posibilidades más interesantes para la generación de energía en el futuro. La pila de combustión es potencialmente más eficiente que una planta de vapor recalentado. Como el combustible reacciona electroquímicamente y no por combustión, hay menos problemas de contaminación ambiental, térmica, o por ruido. Las pilas pueden ser enfriadas por el aire y no necesitan estar adyacentes a un volumen de agua.

Las plantas eléctricas y los consumidores industriales requieren una corriente alterna, de alto voltaje, de

tres fases. En esta aplicación, las pilas de combustión deben competir con los generadores de turbinas. Mientras que el producto de las pilas es corriente directa de bajo voltaje, las pilas se pueden conectar en varias formas en serie o en paralelo para tener cualquier voltaje deseado, pero hay que proveer convertidores rotativos o inversores electrónicos delicados para convertirla en corriente alterna.

El trabajo inicial con pilas de combustión se hizo con ácido fosfórico, pero se están investigando también electrolitos alcalinos. La segunda generación de estas pilas probablemente operará con carbonatos fundidos. La tercera generación se espera que funcione con electrolitos sólidos de óxidos, que operarán a altas temperaturas. El combustible más usado es el de hidrógeno-oxígeno.

A la vanguardia del desarrollo de la tecnología de las pilas de combustión está la United Technologies Corporation (UTC), la que está completando un módulo de demostración de 4,8 MW.

El libro, basado en estudios contratados por el gobierno de los Estados Unidos, contiene considerable información técnica práctica y presentada en lenguaje claro, sobre la utilización de células de combustión en plantas eléctricas. Antes de entrar en los estudios de procesos, se presentan capítulos sobre los tipos de combustible. Entrando en la descripción de los procesos, se presentan los estudios hechos por la Westinghouse y la General Electric para plantas productoras de electricidad para las casas. Termina con dos capítulos; uno sobre comercialización que contiene un análisis de beneficios, (en 1985 se podrían ahorrar 275 mil barriles diarios de petróleo y mil millones de dólares en costos más bajos de electricidad), y otro que es una lista de unas 500 patentes de los Estados Unidos sobre pilas de combustión, materiales para esas pilas, y asuntos relacionados.

La lista anotada, que contiene un resumen de cada proceso, está organizada por compañías, y abarca desde 1970. La UTC tiene 91 patentes; la Westinghouse, 20. De interés es el hecho que las firmas automovilistas poseen también patentes sobre pilas de combustión; así, tenemos: General Motors (16), Ford (3), Volkswagen (1), Toyota (1).

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. A Framework for land evaluation. Wageningen, The Netherlands IIRI Publications 22. 1977. 87 p.

El problema de clasificar las tierras por su capacidad de uso, actual o potencial, es uno de los principales escollos que debe superar el planificador en la América Latina. Esta publicación propone un sistema de clasificación que, entre otros, puede ayudarle en la resolución del problema.

La filosofía o los principios del sistema se discuten en el capítulo 1; es notoria la influencia del sentido utilitario que se le da al trabajo. Los ocho principios enunciados deberán considerarse en cualquier curso o texto sobre "Economía de la Tierra".

El capítulo 2 y el glosario definen conceptos básicos. Con ellos se provee el vocabulario internacional, que facilitará la transferencia de tecnología en el futuro, uno de los objetivos de esta publicación.

Es interesante el enfoque jerárquico que se propone para el sistema (capítulo 3). La creación de órdenes, clases, subclases y unidades facilita el trabajo y a la vez permite un ordenamiento más adecuado de los resultados de cualquier cartografía. La amplitud de los criterios de clasificación para cada nivel, representa un acierto en un trabajo que pretende proveer solo un marco de referencia.

Como complemento a los capítulos anteriores, los capítulos 4 y 5 tratan sobre el procedimiento de trabajo e incluyen ejemplos del empleo del sistema a diferentes grados de detalle.

La publicación, preparada bajo los auspicios de la FAO, incluye la experiencia de un gran número de expertos en evaluación de la tierra y representa un esfuerzo común para mantener uniformidad en este campo. El texto es útil para planificadores, científicos y estudiantes avanzados involucrados en el sector agrícola.

ALFREDO ALVARADO
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SAN JOSE, COSTA RICA