

## ALIMENTOS POTENCIALES PARA EL GANADO EN PANAMA. II. SUBPRODUCTOS Y DESECHOS DE ORIGEN VEGETAL\*

Elizabeth De F. de Ruiloba\*\* y Manuel E. Ruiz\*\*\*

En Panamá, existen numerosos subproductos y desechos de la agricultura y de la industria, que en la actualidad no se usan adecuadamente o se desconoce su uso. Estos son recursos del país que pueden considerarse como una posible alternativa al problema de alimentación durante la época seca. Con el fin de determinar su disponibilidad y composición química se llevaron a cabo encuestas a productores e industrias, se recolectaron muestras y se utilizó la información estadística del país. Existe una gran disponibilidad de subproductos de origen vegetal que aparentemente, continúa aumentando en forma sostenida a través de los años. La mayoría de los subproductos obtenidos de la molienda del arroz y caña de azúcar son altamente aprovechables. Entre ellos cabe destacar la cachaza, bagazo y cogollo de caña de azúcar, que en la actualidad se usan muy poco en alimentación animal. La pulpa y pergamino de café, presentan una composición química idónea a los requerimientos nutricionales de los rumiantes, sin embargo, su uso es limitado.

Otros subproductos como melaza de caña de azúcar, paja de arroz, citropulpa y banano de desecho, se utilizan en Panamá como alimento animal, aunque en la mayoría de las veces ineficientemente. Sin embargo, existen avances importantes de la investigación que permiten no solamente obtener altos niveles de producción, sino que además sean rentables. En base a su disponibilidad y su composición química, el potencial alimenticio que presentan algunos subproductos no debe ser ignorado, principalmente como alimento para rumiantes. Se consideran como fuentes de energía y proteína, las harinillas y puliduras de arroz, melaza, cogollo y cachaza de la caña de azúcar; citropulpa, banano de rechazo y pulpa de café (Proteína: 8.5, 13.6, 4.1, 3.8, 6.5, 6.1, 5.5 y 11.8%, respectivamente). La cascarilla y paja de arroz, bagazo de caña de azúcar y pergamino de café, pueden utilizarse como material de relleno (Pared celular: 63, 57, 81 y 70%, respectivamente). De acuerdo a la información de la cual se dispone, se recomienda continuar investigando la utilización más eficiente de los subproductos y desechos agroindustriales, con el fin de incorporarlos en sistemas de alimentación de rumiantes que permitan disminuir la competencia del animal y el hombre por el alimento, reducir la contaminación ambiental y los costos de producción.

\* Trabajo presentado en la Va. Reunión Anual de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA), Panamá, 17-19 junio, 1977.

\*\* M. Sc., Nutricionista, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

\*\*\* Ph. D., Nutricionista, Programa de Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

El sistema tradicional de alimentación del ganado bovino en Panamá, se basa principalmente en la disponibilidad de pastos y forrajes; sin embargo, durante la época seca, ésta disminuye ocasionando pérdidas en la producción de carne y leche.

Los recursos alimenticios derivados del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar, arroz, café, cítricos y bananos, se están utilizando para sustituir fuentes alimenticias tradicionales que cada vez son más difíciles de adquirir por su alto costo (Ammerman y Hillis, 1966; Pigden y Bender, 1972; Göhl, 1973; Jarquín y col., 1973; Ruiz e Isidor, 1973; Elías, 1974; Le Dividich y col., 1976; Leng y Preston, 1976).

Cada día se desperdician miles de toneladas de material con un potencial de uso en la alimentación de rumiantes, los que no competirían con la alimentación humana, principalmente, por su alto contenido en fibras. Tal es el caso del bagazo, cogollo y cachaza de la caña de azúcar, paja y cascarilla de arroz, pulpa y pergamino de café, los que en la actualidad constituyen verdaderos problemas para las industrias que los producen por las inconveniencias que causan por su acumulación y las dificultades para su eliminación. Por otro lado, estos recursos podrían ser incorporados, en combinación con fuentes proteicas y energéticas, en sistemas de alimentación para rumiantes.

Otros subproductos como las harinillas, pulidura del arroz y banano de rechazo pueden ser utilizados en raciones para rumiantes y monogástricos, ya que presentan un contenido alto de carbohidratos digeribles (Clavijo y Maner, 1974; Preston y Willis, 1975).

En base a los antecedentes mencionados, se realizó un trabajo en el que se determinó la disponibilidad y algunas características químicas de subproductos y desechos de origen vegetal en Panamá. Esta información puede utilizarse como parámetro de evaluación primaria del potencial alimenticio para el animal.

## MATERIALES Y METODOS

**Muestreo y recolección de la información.** La metodología de muestreo de los subproductos y desechos fue similar a la descrita en un trabajo previo (RuLoba y Ruiz, 1978). La encuesta se realizó directamente con los productores, industrias azucareras, molinos de arroz, beneficios de café, industrias de cítricos y del banano, durante el período de marzo de 1975 a diciembre de 1976; además, se utilizó información de la Dirección de Estadística y Censo de Panamá (1978).

### Proceso de obtención de los subproductos y desechos muestreados:

**Derivados del arroz.** Los agricultores utilizan diferentes variedades de arroz, entre las que son características Apanic, Nilo, Cica 4, Cica 6, IR-8, 11-13, Líneas 9 y 15. De acuerdo a la variedad, pueden existir diferencias en el proceso de la molienda del arroz.

**Paja.** Material foliar que queda a nivel de campo, después de la cosecha del grano de arroz.

**Cascarilla.** Es la fracción que se obtiene durante la molienda del grano de arroz y constituye la parte fibrosa que protege al grano.

**Harinilla.** Durante el proceso de pulido del arroz se obtienen dos tipos de harinillas de acuerdo al tamaño de la partícula: el arrocillo o harinilla de primera, con un tamaño equivalente a 3/4 del grano entero; y la puntilla o harinilla de segunda, con un tamaño de 1/4 a 1/2 del grano entero. Esta última se obtiene en menor cantidad que el arrocillo.

**Pulidura.** Es la fracción obtenida durante el pilado y pulimento de arroz, producto del desprendimiento de las capas externas del grano molido.

#### **Derivados de la caña de azúcar.**

**Cogollo o punta.** Constituye las puntas y hojas superiores del tallo.

**Bagazo.** Fracción fibrosa que queda luego de la molienda del tallo.

**Cachaza.** Es el residuo que queda luego de someter el jugo de caña al proceso de clarificación.

**Melaza.** Fracción de consistencia viscosa obtenida durante el procesamiento del jugo de caña. Contiene azúcares no cristalizados y otros compuestos químicos.

#### **Derivados del procesamiento de café.**

**Pulpa.** Representa la fracción que se obtiene al despulpar el fruto de café en cerezo e incluye el epicarpio y parte del mesocarpio.

**Pergamino o cascarilla.** Es la parte que recubre el endospermo del grano (endocarpio) y se desprende luego del proceso de fermentación y secado del grano.

#### **Derivados del procesamiento de la naranja.**

**Citropulpa.** Es la cáscara y pulpa procesada que se obtiene luego de la extracción del jugo de naranja.

**Banano de desecho.** Constituye el banano que se rechaza en las explotaciones bananeras porque no cumple con los requisitos de calidad que se exigen para su exportación.

#### **Métodos de análisis químicos.**

Las muestras de pulidura, harinillas, cascarilla y paja de arroz, pergamino de café y citropulpa, se trituraron en un molino Raymond, con un tamiz 80. Las muestras de banano, pulpa de café, cachaza, cogollo y bagazo de caña de azúcar se secaron a 60°C durante 36 horas. La melaza de caña de azúcar se deshidrató al vacío a una temperatura de 70°C por 4 horas (AOAC, 1970).

Posterior al secado, todas las muestras se molieron y almacenaron a 18°C, previo al análisis químico. El método de Weende (Bateman, 1970) se utilizó para el análisis químico de la pulidura y harinilla del arroz y melaza de caña de azúcar. Las muestras de cascarilla y paja de arroz, pulpa y pergamino de café, cachaza, cogollo y bagazo de caña de azúcar, banano y citropulpa, se analizaron por el método de Weende combinado con determinaciones de pared y contenido celular, estos dos últimos según el método de Van Soest (Van Soest y Wine, 1967).

Los valores de calcio, potasio y magnesio se obtuvieron por espectrofotometría de absorción atómica (Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, 1964) y los análisis de fósforo se realizaron por colorimetría (AOAC, 1970). Las determinaciones de digestibilidad *in vitro* se realizaron según el método de la técnica de dos etapas de Tilley y Terry (1969).

### Procesamiento de la información.

De los resultados de los análisis químicos se calcularon promedios ( $\bar{X}$ ) y desviaciones estándares (DE). Con la información obtenida a través de las encuestas, se determinó la fracción correspondiente de cada subproducto o desecho con respecto al producto original o no procesado.

Las fracciones determinadas directamente por la encuesta de 1975, se aplicaron a los datos de producción de cultivos publicados por la Dirección de Estadística y Censo en 1978.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Derivados de la caña de azúcar.

De la encuesta realizada en 1975 entre los ingenios existentes en Panamá, se pudo determinar la disponibilidad de los subproductos del cultivo y molienda de la caña de azúcar (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Disponibilidad de subproducción y desechos derivados de la producción de Caña de Azúcar en Panamá durante los períodos 1974-1975 y 1977-1978.**

PRODUCTO	Subproducto o desecho	Fracción % (base fresca)	PRODUCCION, Tm <sup>[a]</sup>	
			1974 - 1975	1977 - 1978
CAÑA DE AZUCAR		100	1,396,006	1,905,325
	Melaza	4	56,047	76,213
	Cachaza	4	56,047	76,213
	Bagazo	35	488,602	666,864
	Cogollo <sup>[b]</sup>	25	356,044	635,108

<sup>[a]</sup> Destinada a los ingenios, no incluye cogollo (base fresca).

<sup>[b]</sup> Fracción con respecto a la caña de azúcar integral. Estimación basada en el cogollo quemado en el campo + cogollo obtenido de la producción de semillas.

En base fresca, se determinó que el cogollo representa entre el 20 al 30 por ciento de la caña integral, el resto lo constituye el tallo o caña para la molienda. Con respecto al tallo, la producción de cachaza representa el cuatro por ciento (25% MS), la melaza, el cuatro por ciento (75% MS) y el bagazo, el 35 por ciento (50% MS).

Considerando la información de Estadística y Censo de Panamá (1978), se observa que la caña de azúcar (sin cogollo) destinada a los ingenios durante la zafra de 1974-75 fue de 1,396,006 Tm; ésta aumentó a 1,905,325 Tm durante el período 1977-78, lo que trajo como consecuencia un incremento de cerca del 50 por ciento en la producción y disponibilidad de cogollo, cachaza, melaza y bagazo.

**Melaza de caña de azúcar.** De la zafra de 1974-75 se obtuvieron 56,047 Tm de melaza (Cuadro 1). De ésta, el 50 por ciento se destinó para la exportación y el resto para consumo interno, principalmente, en alimentación animal y en las destilerías.

En Panamá, el uso de la melaza en la alimentación animal se ha incrementado en los últimos años, como resultado de los esfuerzos de investigación y fomento desarrollados por el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá y otras instituciones públicas y privadas. Como consecuencia de esta iniciativa, se espera una mayor demanda interna de este subproducto.

La composición química de la melaza se presenta en el Cuadro 2. Esta depende de la variedad y grado de madurez de la caña, condiciones climatológicas durante la cosecha y del procesamiento industrial.

**Cuadro 2.** Composición química de la melaza de caña de azúcar (expresada en g/100 g secos).

COMPONENTE	No. Muestras	$\bar{X}$	$\pm$ DE
N x 6.25	4	4.09	0.75
Extracto Etéreo	4	0.40	0.10
Cenizas	4	8.40	0.71
Digestibilidad <i>in vitro</i>	4	95.46	5.08
Calcio	3	0.31	0.05
Fósforo	3	0.02	0.02
Magnesio	3	0.04	0.82
Humedad natural	2	25.00	—

La melaza se caracteriza por un contenido bajo de proteína cruda (4.09%) y un contenido alto en carbohidratos solubles (87.1%). La gravedad específica de la melaza analizada varió entre 88° a 90° Brix y el contenido de sacarosa, de 25 a 30 por ciento, dependiendo del procesamiento [1]. Los datos de composición química de la melaza concuerdan con otros presentados en la literatura para este subproducto (McDowell y col., 1974).

El interés que ha despertado el uso de la melaza en alimentación animal data del año 1880 (Chapman y Kidder, 1968), puesto que es una fuente energética altamente digestible (Cuadro 2). Actualmente se tienen elaborados sub-sistemas de alimentación, que contemplan el uso de niveles altos de melaza (Preston, 1972; Elías, 1974; Ruíz, 1976) y que permiten altas tasas de ganancias de peso.

[1] Comunicación personal, Ingenio La Victoria No. 1, Panamá, 1975

**Cachaza de caña de azúcar.** En 1975, la disponibilidad de cachaza fue de 56,047 Tm (Cuadro 1), incrementándose hasta 1978 a una tasa anual promedio de 10.8 por ciento. La cachaza, al igual que la melaza, representa el cuatro por ciento de la producción total de caña de azúcar.

El contenido de proteína de la cachaza, en este estudio, es relativamente bajo, aunque es posible obtener variaciones desde 4.4 hasta 19.7 por ciento (Rodríguez y González, 1973). Osorio (1961) informó de un contenido de cenizas para la cachaza, de sólo 6.7 por ciento en base seca, sin embargo, en este estudio destaca su contenido alto de cenizas (35.4%) y minerales (Cuadro 3), razón que amerita su uso actual como fertilizante.

**Cuadro 3. Composición química de cachaza de la caña de azúcar (expresada en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	$\bar{X}$	$\pm$ DE
N x 6.25	6	6.51	0.99
Extracto Etéreo	6	7.60	1.17
Cenizas	6	35.45	3.80
Pared celular <sup>a</sup>	6	52.32	6.36
FDN		6.10	2.40
Cenizas		37.53	9.30
N x 6.25		8.70	3.75
Digestibilidad <i>in vitro</i>	6	49.52	8.96
Calcio	6	1.37	0.49
Fósforo	6	0.92	0.12
Magnesio	6	0.40	0.09
Potasio	6	0.71	0.11
Humedad natural	6	75.00	2.38

<sup>a</sup> Pared celular = Proteína insoluble + cenizas insolubles + fibra detergente neutro.

La cachaza es un subproducto que no sólo se utiliza como fertilizante. Rodríguez y González (1973) la emplearon hasta un nivel de 15 por ciento en una ración para vacas lecheras, no encontrándose diferencias significativas en cuanto a producción y composición de la leche, consumo de materia seca y ganancia de peso. Osorio (1961) indicó que las principales dificultades para el uso de este subproducto es su contenido alto de humedad y su fácil fermentación bajo condiciones ambientales.

**Cogollo o punta de caña de azúcar.** La disponibilidad potencial promedio de cogollo existente a nivel de los ingenios durante el período 1976-1977 ha sido de 635, 108 Tm; sin embargo, en Panamá, ni este recurso, ni el residuo que queda de éste después que se quema la caña en el campo, han sido muy utilizados.

**Cuadro 4. Composición química de cogollo de caña de azúcar (expresado en g/100 g secos).**

COMPONENTE	$\bar{X}$ <sup>■</sup>	± DE
N x 6.25	3.80	0.13
Extracto Etéreo	2.00	0.53
Cenizas	7.30	1.25
Pared celular	36.00	3.54
Digestibilidad <i>in vitro</i>	70.00	2.46
Calcio	0.02	0.01
Fósforo	0.03	0.22
Humedad natural	77.00	0.52

■ Promedio de 3 muestras únicamente.

En cuanto a su composición química, el cogollo presenta un contenido bajo de proteína; en cambio la materia seca es altamente digerible (Ruiz y Aragón, 1979) lo que establece un potencial en la alimentación de rumiantes, si se mejora su nivel proteico a través de la suplementación con proteína verdadera o nitrógeno no proteico (NNP). Este subproducto ha sido utilizado en raciones para engorde de novillos con respuesta de alrededor de 1.0 kg diario por animal (Armendariz, 1976) y en otros tipos de raciones para rumiantes (Pigden, 1974).

**Bagazo de caña de azúcar.** Este subproducto se usa principalmente como combustible en los ingenios. En aquellos en donde no se realiza el proceso de refinado del azúcar, se produce un apreciable excedente de bagazo, que implica los gastos considerables en su eliminación.

En el período 1974-75, los ingenios produjeron un total de 448,602 Tm de bagazo (Cuadro 1), del cual sólo el 10 por ciento de la producción se consideraba desecho industrial ya que el resto lo utilizaban como combustible.

A pesar del bajo valor nutritivo del bagazo, éste se emplea como fuente de fibra en raciones para rumiantes, los que se adaptan al consumo de este forraje sin mayores problemas digestivos (Ruiz, 1976).

Como se observa en el Cuadro 5, el bagazo de caña de azúcar presenta un contenido bajo en todos los nutrientes, excepto en el contenido de pared celular que, en su mayor parte, está compuesto por celulosa, hemicelulosa y lignocelulosa (Stone y col., 1966). Entre los factores que limitan el aprovechamiento del bagazo están la lignificación, tamaño de partícula y contenido de nitrógeno y sustancias minerales. Las limitaciones impuestas por estos factores pueden disminuir por medio de la molienda, suplementación con nitrógeno y minerales en la ración, tratamientos químicos y tratamientos a base de vapor de agua e irradiación (Stone y col., 1966; Pigden y Bender, 1972).

**Cuadro 5. Composición química del bagazo de caña de azúcar (expresado en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	$\bar{X}$	$\pm$ DE
N x 6.25	7	1.76	0.13
Extracto Etéreo	7	0.91	0.60
Cenizas	7	2.62	0.55
Pared Celular	5	81.41	2.74
FDN		75.76	1.95
Cenizas		3.34	2.10
N x 6.25		1.83	0.95
Digestibilidad <i>in vitro</i>	7	36.66	5.76
Humedad natural	7	49.50	3.35

El uso del bagazo en la alimentación de bovinos no ocasiona mermas en la producción, siempre y cuando se mantenga a un nivel limitado y debidamente suplementado. Frometa y Randel (1968), en raciones para vacas lecheras, utilizaron el bagazo como fuente de fibra a un nivel de 22.5 por ciento de la ración, obteniendo producciones de alrededor de 20.0 kg de leche diaria por vaca. En otros trabajos (Randel y col., 1969; González Cortés, 1971) en vacas lecheras, se ha comprobado la factibilidad biológica y económica de utilizar el bagazo a niveles no superiores al 30 por ciento de la ración.

#### Derivados del cultivo y procesamiento del arroz

De la encuesta realizada en los diferentes molinos de la Provincia de Chiriquí, se determinó que en base a la producción de arroz en cáscara que se beneficia, se producen como subproductos la harinilla de primera (7%), harinilla de segunda (2%), pulidura (13%) y cascarilla (25%). Los tres primeros se utilizan en la alimentación de monogástricos (pollos y cerdos). La cascarilla de arroz se desecha y se quema en los alrededores del molino, aunque en algunos casos se usa como abono. En base a esta información y a la presentada por Estadística y Censo (1978) se estimó la producción y disponibilidad de los mismos para los períodos de 1974-75 y 1977-78, según se presenta en el Cuadro 6.

La producción total de arroz durante el período 1977-78 aumentó en un 4.3 por ciento respecto al período de 1974-75, por lo que se incrementó la disponibilidad de los derivados del beneficiado del arroz.

**Harinilla del arroz.** La disponibilidad de este subproducto a través del año, permite formular raciones, dada su poca variabilidad en su producción y composición química (Cuadro 7).

Cuadro 6. Disponibilidad de subproductos y desechos derivados de la producción de arroz en Panamá durante los períodos 1974-75 y 1977-1978.

PRODUCTO	Subproducto o desecho	Fracción % (base fresca)	PRODUCCION, Tm <sup>a</sup>	
			1974 - 1975	1977 - 1978
ARROZ (con cáscara)		100	178,374	186,189
	Harinilla de primera	7	12,486	13,033
	Harinilla de segunda	2	3,567	3,724
	Pulidura	13	23,189	24,204
	Cascarilla	25	44,594	45,547
	Paja <sup>b</sup>		122,388	133,459

<sup>a</sup> Estadística Panameña, Sección 312 - Producción Agropecuaria, Dirección de Estadística y Censo, Contraloría General de la República, Año Agrícola 1977-1978.

<sup>b</sup> Estimado a base de 1091 kg (base fresca) /ha.

Cuadro 7. Composición química de las harinillas de arroz expresado en g/100 g secos.

COMPONENTE	No. Muestras	Harinilla de Primera		Harinilla de Segunda	
		( $\bar{X}$ )	$\pm$ DE	( $\bar{X}$ )	$\pm$ DE
N x 6.25	5	8.13	1.27	8.80	1.12
Extracto Etéreo	4	4.24	2.32	1.01	0.57
Cenizas	5	0.50	0.09	0.75	0.18
Pared celular	4	4.39	1.31	6.37	1.85
Digestibilidad <i>in vitro</i>	6	87.18	13.43	81.48	14.64

La composición química de las harinillas primera y segunda no difiere significativamente en su valores de proteína, cenizas y digestibilidad *in vitro*. Sin embargo, la harinilla de primera presenta una variabilidad amplia en el extracto etéreo debido, posiblemente, al número de muestras analizadas y a las variedades de arroz utilizadas.

En Panamá, las harinillas de primera y segunda se mezclan con el grano entero para obtener arroz de segunda; además, se utilizan en las cervecerías locales y en la alimentación de monogástricos.

**Pulidura de arroz.** Es una excelente fuente de proteína (Cuadro 8), con mayor nivel que el arroz pulido en cuanto a este nutrimento y los aminoácidos lisina, treonina, metionina y vitaminas del complejo B (Elías y Bressani, 1970).

Por su contenido en proteínas (13.62%) y su alta digestibilidad (70%), éste es un subproducto que se emplea comúnmente con éxito en la alimentación de monogástricos. Arteaga y Avila (1975), emplearon la pulidura de arroz para sustituir 0, 10, 20, 30 y 40 por ciento del maíz en raciones para gallinas ponedoras, sin encontrar diferencias significativas entre tratamientos, en cuanto a la conversión alimenticia, porcentaje de la postura y consumo del alimento, por lo que los autores recomendaron su uso hasta niveles de 40 por ciento de sustitución del maíz. Ultimamente, se ha obtenido un buen uso de la caña de azúcar integral en rumiantes, al complementarla con urea y pulidura de arroz (Preston y col., 1976).

**Cuadro 8. Composición química de la pulidura de arroz (expresada en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	$\bar{X}$	$\pm$ DE
N x 6.25	10	13.62	2.19
Extracto Etéreo	13	9.70	1.90
Cenizas	8	7.84	2.17
Pared celular	8	21.32	6.03
Digestibilidad <i>in vitro</i>	7	70.11	6.13
Calcio	4	0.20	0.003
Fósforo	4	0.90	0.16

Cascarilla de arroz. Durante el período 1974-75 se disponía en los molinos procesadores del arroz de 44,594 Tm de cascarilla (Cuadro 6). Este material se desecha en los alrededores del lugar de beneficiado, creando problemas para su eliminación y contaminando el ambiente, ya que se queman en el área.

La composición química de la cascarilla (Cuadro 9) muestra valores muy bajos en el contenido de proteína (2.7%) y en su digestibilidad *in vitro* (14.2%); además los contenidos de ceniza y pared celular son elevados.

**Cuadro 9. Composición química de la cascarilla de arroz (expresada en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	$\bar{X}$	$\pm$ DE
N x 6.25	2	2.72	—
Extracto Etéreo	9	0.63	0.44
Cenizas	4	17.76	4.70
Pared celular	9	62.83	20.06
Digestibilidad <i>in vitro</i>	4	14.80	3.30

La utilización de este desecho industrial es muy limitada, principalmente, por el alto grado de lignificación. En otros forrajes de baja calidad como pajas, bagazos y maderas, se ha recurrido a tratamientos químicos a base de álcalis (3 a 6 por ciento en base a

materia seca) o con vapor de agua, para aumentar la digestibilidad e ingestión de los mismos (Stone y col., 1966; Veitia y col., 1971; Klopfenstein y col., 1972; Pigden y Bender, 1972).

**Paja de arroz.** La disponibilidad de este subproducto es elevada si se considera una producción promedio de 1,091 kg por hectárea (Cuadro 6). Utilizando información de Estadística y Censo (1978), para 1975 se estimó una producción de 122,388 Tm de paja de arroz, potencialmente utilizables para alimentación de rumiantes. Hasta el año 1974, su uso como forraje no era una práctica común en Panamá; ésta se quemaba o se desperdiciaba en el campo con la consiguiente pérdida de material orgánico.

El valor nutritivo de la paja de arroz es bajo (Cuadro 10) si se considera su contenido en proteínas (4.66%) y digestibilidad *in vitro* (41.4%); sin embargo, presenta un contenido alto de minerales, en especial, el calcio (0.56%) y potasio (1.82%), lo que está de acuerdo con lo existente en la literatura (Jackson, 1977). Debido al uso de plaguicidas en el cultivo del arroz, es importante establecer si la paja contiene residuos tóxicos en cantidades que puedan afectar al animal y al hombre.

**Cuadro 10. Composición química de paja de arroz (expresada en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	(X)	± DE
N x 6.25	12	4.66	0.51
Extracto Etéreo	12	1.49	0.43
Cenizas	12	11.68	3.12
Pared celular	9	57.20	14.84
Digestibilidad <i>in vitro</i>	12	41.40	7.58
Calcio	4	0.56	0.04
Fósforo	5	0.05	0.02
Magnesio	5	0.22	0.05
Potasio	12	1.82	0.26

El calcio presente en este subproducto es adecuado para el animal, sin embargo, se ha encontrado que es poco absorbible (Nath y col., 1969; Jackson, 1977). El contenido de fósforo (0.05%) no es adecuado para satisfacer los requerimientos del animal, por lo que en raciones a base de este forraje debe suplementarse con ambos minerales.

Los animales que se alimentan con una ración de paja de arroz sin suplementos, no ganan peso y a veces sufren pérdidas de peso, por lo que se debe suplementar con proteína y una fuente de energía para un uso más eficiente (White y col., 1971; O'Donovan y Chen, 1972; Ruiloba y col., 1978).

Trabajos realizados en Panamá por Ruiloba y colaboradores (1978), con terneros de 200 kg y novillos de 300 kg, encontraron que al utilizar la paja de arroz como única fuente de nutrientes, el consumo promedio diario fue de 1.80 kg/100 kg de peso vivo y ocurrió

una pérdida diaria de peso de 250 g/animal; esta alimentación se llevó a cabo por un período de 100 días. La pérdida de peso observada es similar a la obtenida durante la época seca con animales de bajo pastoreo en Faragua (*Hyparrhenia rufa*) sin suplementación (Roux, 1966).

En animales de engorde que consumían paja de arroz suplementada con suficiente proteína y energía, se obtuvieron ganancias de peso de alrededor de 1.0 kg/ animal/día (Ruiloba y col., 1978).

El consumo de paja de arroz se puede mejorar con tratamientos a base de álcalis. Garrett y colaboradores (1976), en un experimento con novillos de 290 kg suministró una ración en la que la paja de arroz representó el 72 por ciento sin o con tratamiento con hidróxido de sodio al cuatro por ciento. La ganancia de peso e ingesta del alimento se incrementó, de 0.23 a 0.71 y de 8.1 a 11.4 kg/animal/día, respectivamente.

### Derivados de la Industria de Cítricos

**Citropulpa.** La disponibilidad de este subproducto industrial durante la cosecha 1974-75 fue de 2,482 Tm, equivalente al 9.9 por ciento de la producción total de naranja procesada. La citropulpa se encuentra disponible a través del año; es rica en nutrientes, en especial, carbohidratos y minerales (Cuadro 11) y al almacenarla se deteriora menos que otros forrajes.

Cuadro 11. Composición química de citropulpa (expresada en g/100 g secos).

COMPONENTE	No. Muestras	(X)	± DE
N x 6.25	12	5.61	0.68
Extracto Etéreo	12	5.09	0.86
Cenizas	12	7.10	4.02
Pared celular	12	14.63	4.01
N x 6.25		7.01	5.23
Cenizas		8.82	3.93
Digestibilidad <i>in vitro</i>	12	84.51	10.75
Calcio	12	2.18	1.15
Fósforo	12	0.13	0.02
Potasio	8	0.90	0.05

La citropulpa presenta un contenido de proteína bajo (5.61%), un valor de cenizas con un amplio rango de variación y un contenido alto de calcio y potasio. Estos valores están de acuerdo con los de la literatura (Ammerman y col., 1968; Cunha, 1973; Göhl, 1973); se ha encontrado que es aceptada favorablemente por el ganado y los niveles de digestibilidad de la proteína y otros nutrimentos son adecuados (Ammerman y Hillis, 1966; Cunha, 1973). Como fuente de energía, se ha utilizado hasta un 45 por ciento en raciones para terneros. En vacas lecheras, no se debe emplear en proporciones elevadas ya que la producción tiende a disminuir (Göhl, 1973).

Las semillas de los cítricos que componen la citropulpa, contienen sustancias como la limonina, que resultan tóxicas para el cerdo y aves de corral. En estos animales se restringe su uso por el contenido de fibra; el producto obtenido después de que se ha empleado como cama para gallinas, se ha suministrado al ganado con buenos resultados (Harms y col., 1968).

#### Derivados de las explotaciones bananeras

En 1975 la producción de banano fue de aproximadamente 834,624 Tm, de las cuales se rechazó el 49 por ciento debido a las exigencias de calidad para el banano que se destinó para exportación. El 10 por ciento de este rechazo se utilizó como forraje en la alimentación animal y el 39 por ciento se eliminó (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Disponibilidad de los desechos derivados de la producción de banano en Panamá durante los períodos 1974-1975 y 1976-1977.**

PRODUCTO	Desecho Agroindustrial	Fracción, % (Base fresca)	PRODUCCION, Tm <sup>[a]</sup>	
			1974 - 1975	1976 - 1977
BANANO			834,624	1,085,010
	Alimentación animal	10	83,462	108,501
	Descarte	39	325,503	423,154

[a] Panamá, Informe mensual, UPEB, Año 2, No. 5, abril 1978.

Los productores independientes y las corporaciones estatales COBAPA, S. A. y COBANA, S. A., han participado activamente en los últimos años en la producción de banano. De 1976 a 1977, el incremento en la producción fue de 5.6 a 7.6 por ciento para las corporaciones estatales y de 14.8 a 17.3 por ciento para los productores independientes. Por otro lado, la Chiriqui Land Co. que en 1975 obtuvo el 81.5 por ciento de la producción nacional, disminuyó a 79.6 por ciento en 1976 y a 75.1 por ciento en 1977 (UPEB, 1978).

En 1977, la producción de banano fue de 1,085,010 Tm, resultando similar a la de 1976, a pesar de que las plantaciones fueron afectadas por los fuertes vientos. Las cantidades de banano rechazado constituyen un gran potencial como fuente de alto valor energético y de uso en la alimentación de cerdos y rumiantes (Ruíz e Isidor, 1973; Clavijo y Maner, 1974; Oliva S., 1977).

En cuanto a la composición química del banano (Cuadro 13), se destaca el contenido bajo en proteína y un contenido alto de humedad y digestibilidad.

**Cuadro 13. Composición química del banano verde (expresada en g/100 g secos).**

COMPONENTE	No. Muestras	(X)	± DE
N x 6.25	8	5.50	0.88
Extracto Etéreo	8	2.10	1.40
Cenizas	8	6.33	2.15
Pared celular	8	37.10	4.10
Digestibilidad <i>in vitro</i>	8	92.41	1.90
Humedad natural	8	78.48	1.43

El alto contenido de agua en el fruto de banano, hace que el transporte hacia áreas lejanas al lugar de producción sea económicamente prohibitivo. Durante el proceso de maduración, la composición química cambia muy poco, excepto el tipo de carbohidratos, que de almidón se transforma en azúcares simples de fácil digestión metabolizable (Clavijo y Maner, 1973). Sin embargo, las diferencias en la energía metabolizable contenida por kilogramo de materia seca entre el banano verde y maduro no son significativas (3,141 y 2,967 kcal/kg MS), aunque sí es diferente de la energía metabolizable que proporciona el maíz (3,800 kcal/kg de MS) (Clavijo y Maner, 1973).

Estudios realizados por Clavijo (1972), indican que al utilizar banano maduro y suplementos con 20 y 30 por ciento de proteína cruda, se obtuvo ganancias de 610 y 636 g/animal/día y la eficiencia alimenticia fue de 4.42 y 4.27, respectivamente. El grupo testigo, a base de granos, presentó una mejor respuesta, considerándose que se debió a un mayor consumo de energía. Resultados similares fueron comprobados en Panamá por Ruiloba (1979), quien evaluó dos tratamientos a base de banano verde picado, a libre consumo y en forma restringida, combinado con un concentrado de 30 por ciento y 19.5 por ciento de proteína. La ganancia de peso fue de 508 y 640 g/animal/día, respectivamente.

En Ecuador, se han realizado trabajos experimentales de alimentación animal a base de banano, obteniéndose buenos resultados, tanto en monogástricos como en rumiantes (Oliva S., 1970).

#### Derivados del Beneficio de Café

**Pulpa.** Es un desecho industrial que constituye el 50 por ciento del peso fresco del fruto de café (Cuadro 14). En 1975, la disponibilidad anual era de 13,524 Tm, que se desecharon, casi en su totalidad, en los alrededores del beneficio o en los ríos adyacentes, constituyéndose en un serio problema para la industria.

Cuadro 14. Disponibilidad de los derivados de la producción y beneficio de café en Panamá durante los períodos 1974-1975 y 1977-1978.

PRODUCTO	Desecho Agroindustrial	Fracción, % (Base fresca)	PRODUCCION, Tm <sup>a</sup>	
			1974-1975	1977-1978
CAFE (en cerezo)			27,049	33,096
	Pulpa	50	13,524	16,548
	Pergamino	7	1,893	2,317

<sup>a</sup> ESTADISTICA PANAMENA, Sección 312 — Producción Agropecuaria, Dirección de Estadística y Censo, Contraloría General de la República, Año Agrícola 1977-1978.

En Panamá, la producción total de este derivado del café se incrementó en 22.4 por ciento desde 1975 hasta 1978, lo que indica que deben encontrarse métodos prácticos para su utilización, ya sea en la alimentación de animales, en el mejoramiento físico-químico del suelo o en la industria en general.

En el Cuadro 15 se presenta la composición química de la pulpa fresca, destacándose el alto contenido de agua, lo que constituye un problema de orden técnico y económico. El contenido de fibra es relativamente alto y el de extracto libre de nitrógeno relativamente bajo, los cuales podrían ser factores limitantes en la utilización de la pulpa por el animal.

Cuadro 15. Composición química de la pulpa de café (expresada en g/100 g secos).

COMPONENTE	No. Muestras	(X)	± DE
N x 6.25	23	11.77	1.23
Extracto Etéreo	17	2.52	0.74
Cenizas	23	8.97	2.18
Pared celular	23	37.62	7.82
Digestibilidad <i>in vitro</i>	7	54.49	25.90
Calcio	15	0.57	0.06
Fósforo	15	0.11	0.03
Humedad natural	17	87.20	2.19

Se ha encontrado que el patrón de aminoácidos de la proteína de la pulpa es comparable con el de proteínas de buena calidad, como la harina de soya, de algodón y de pescado (Bressani y col., 1972) y por esta razón, podría esperarse que su utilidad sea más

importante en la alimentación de animales monogástricos. Sin embargo, son pocos los trabajos informados en la literatura sobre la utilización de pulpa de café en aves. En pruebas en pollos, se encontró que con 30 por ciento de pulpa en la ración, hubo una alta mortalidad de animales antes de la primera semana de experimentación, en la cual los pollos presentaron una sintomatología variada, pero siempre con hemorragias. También se encontró que el animal puede adaptarse a niveles hasta de 50 por ciento de pulpa, cuando se aumenta la ingesta de este subproducto en forma progresiva y que tratamientos como la cocción seca y húmeda, extracción de la parte acuosa, fermentación y extracción con solventes orgánicos reducen el efecto tóxico (Bressani y col., 1971).

Jarquín y colaboradores (1977) evaluaron la eficiencia de la pulpa de café como fuente de proteína y energía en cerdos en crecimiento y concluyeron que éstos pueden ser alimentados en forma adecuada con niveles de pulpa no mayores de 18 por ciento de la ración.

En estudios realizados en bovinos de carne sometidos a raciones que contenían 0, 10, 20 y 30 por ciento de pulpa de café seca y molida, se obtuvieron ganancias diarias de 1.38, 1.24, 0.84 y 0.38 kg, respectivamente; la eficiencia de conversión fue de 9.02, 9.34, 10.89 y 16.28 kg de alimento (base seca) por kg de ganancia de peso. Con raciones a base de 20 a 30 por ciento de pulpa de café en la ración, se observó que era necesario un período de adaptación de 4 a 6 semanas, para que el animal desarrolle su máxima capacidad de conversión a estos niveles (Cabezas y col., 1974 b). Resultados similares se encontraron en un trabajo realizado por Flores Recinos (1973), quien produjo evidencias sobre el efecto detrimental de la pulpa de café en la respuesta animal, el cual disminuye al aumentar la concentración de proteína en la ración.

Resultados más positivos se han logrado con vacas lecheras de doble propósito, alimentadas con pulpa de café ensilada con dos por ciento de melaza y usada en sustitución de ensilajes de sorgo y pasto elefante, a un nivel del 20 por ciento de la ración en base seca. La producción de leche, osciló entre 6 y 7 litros por vaca por día y el costo de alimentación disminuyó en un 30 por ciento; los autores de este trabajo (Cabezas y col., 1977) no encontraron efectos negativos en el estado fisiológico de los animales ni en la producción de leche.

**Pergamino de café.** Es un desecho industrial que constituye el siete por ciento de la producción total de café en cerezo (Cuadro 14). En 1975 se disponía de 1,893 Tm de pergamino de café, de los cuales algunos beneficios lo utilizaban como combustible.

La producción de este desecho se incrementó en 22.4 por ciento en 1978, lo que hace suponer que cada vez se agravará el problema que para la industria constituye su eliminación.

En cuanto a su composición química (Cuadro 16), el bajo valor nutritivo de este material lo demuestra su nivel de proteína y contenido celular.

Cuadro 16. Composición química de pergamino de café (expresada en g/100 g secos).

COMPONENTE	No. Muestras	(X)	± DE
N x 6.25	11	2.43	0.56
Extracto Etéreo	11	0.67	0.41
Cenizas	11	0.52	0.24
Pared celular	11	70.10	19.92
Calcio	7	0.17	0.05
Fósforo	7	0.02	0.01

Bressani y colaboradores (1972), encontraron que el pergamino de café se compara al olote de maíz y cascarilla de algodón en su composición química, aunque aquel presenta un contenido de fibra cruda, significativamente mayor que los otros dos. Su uso en la alimentación animal tiene limitaciones, según lo indicaron Murillo y col. (1977), recientemente, cuando estudiaron el fraccionamiento de los carbohidratos del pergamino de café y sugirieron que a través de tratamientos químicos es posible aumentar su valor nutritivo.

### CONCLUSIONES

1. En Panamá, hay una gran disponibilidad de desechos y subproductos agroindustriales de origen vegetal que podrían ser aprovechados en la alimentación animal, si se consideran sus bondades y limitaciones nutricionales y económicas.
2. Los subproductos y desechos objeto de este estudio, se pueden agrupar en dos categorías: aquellas muy deficientes en energía y proteína (bagazo, paja de arroz, pergamino de café, cascarilla de arroz) y aquellos que son altamente energéticos pero pobres en proteína (melaza y cachaza de caña de azúcar, banano y citropulpa). La utilización de los recursos catalogados en el primer grupo requerirán de una suplementación completa para poder ser aprovechados eficientemente.
3. En la búsqueda de sistemas apropiados de utilización de los recursos potencialmente nutricionales, los pasos primarios esenciales son la determinación de la disponibilidad a través del año, la caracterización química, la estimación de su digestibilidad y las limitaciones fisiológicas en su aprovechamiento.
4. La evaluación primaria de los recursos potencialmente nutricionales debe hacerse en función de la posibilidad de su utilización para resolver aunque sea en forma parcial, los problemas de producción animal que ocasiona la época seca en la República de Panamá.

## ABSTRACT

There are numerous agricultural and industrial by-products in Panama that are not being used. These sources could be used as an alternative for the dry season feeding. A study was conducted in order to determine the availability and chemical composition of these resources. The study included a survey of farms and industrial plants, sample collections and use of national statistics. The results indicated a great and increasing availability of by-products of plant origin. Most of the by-products derived from sugar cane and rice processing are highly utilizable. Among them the following could be mentioned: sugar cane liquor, tops and bagasse that are not utilized for animal feeding purposes in Panama. Coffee hulls and pulp, showed a good chemical composition in relation to ruminant nutritive requirements, however, its use is limited by its tannin and caffeine contents.

Other by-products, such as sugar cane molasses, rice straw, citrus pulp and banana wastes, are utilized in Panama, although not very efficiently. Based on their availability and chemical composition, the feeding potential for ruminants of several by-products has to be considered. Among the ones that could be considered as sources of energy and protein, the following could be mentioned: rice meals and polishings, the sugar cane by-products such as molasses, liquor and tops, citrus pulp, banana wastes and coffee pulp. They show the following crude protein percentages: 8.5, 13.6, 4.1, 6.5, 6.1, 5.5 and 11.8%, respectively. Rice hulls and straw, sugar cane bagasse and coffee hulls could be utilized as fiber sources (cell wall contents of 63, 57, 81, and 70%, respectively). According to available information, it is recommended to pursue research in the efficient utilization of agricultural and industrial by-products and wastes, so they could be used in feeding systems for ruminants. This utilization would increase the feeding resources for animals, thus avoiding human and animal competence for food, reducing environmental contamination and could have an economical impact.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen la cooperación de las empresas: Ingenio de Santa Rosa (Coclé), Ingenio La Victoria No. 1 (Veraguas), Ingenio Ofelina (Aguadulce); en la Provincia de Chiriquí, al Molino Lezcano, Industrial Arrocería de Chiriquí, S. A. (IASA), Federación de Asentamientos de Chiriquí (FEDACHI), Empresa Tigre Mono, S. A., Molino Central Agrícola, Cítricos de Chiriquí, S. A., COBAPA, S. A. y a los Beneficios de Café Central, del Sr. Cándido Flores y Finca Arco Iris, de los Hermanos Taylor, quienes ofrecieron su valiosa colaboración en la realización de este estudio.

Se agradece también al Dr. Héctor H. Li Pun, Asesor Pecuario del IDIAP y al Lic. Manuel H. Ruiloba, Investigador del IDIAP, los valiosos comentarios y sugerencias que hicieron en la revisión de este trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- AMMERMAN, C.B. Y HILLIS, W.G. The feeding value of citrus pulp for fattening steers. Fla. Agr. Expt. Sta. Mimeograph series. 1966.
- ; MARTIN, F. Y ARRINGTON, L. Nutrient and mineral composition of citrus pulp as related to production source. Proceeding Florida. State Hort. Soc. 81:301. 1968.
- ANALYTICAL METHODS FOR ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. Norwalk, Connecticut, Perkin-Elmer, 1964.
- ARMENDARIZ, V.R. Efecto del nivel de melaza sobre el consumo voluntario de punta de caña y la ganancia de peso en novillos de carne. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1976. 74 p.
- ARTEAGA, C. y AVILA, E. Valor alimenticio del pulido de arroz en dietas para gallinas ponedoras. In Reunión Latinoamericana de Producción Animal, 5a, Venezuela, 1975. Actas NR 33.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the AOAC, 11th ed. Washington, D.C. George Banta Company, Inc. 1970. 1,015 p.
- BATEMAN J.V. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D.F., Herre-ro, 1970. 468 p.
- BRESSANI, R.; ESTRADA, E. y JARQUIN, R. Pulpa y pergamino de café. I. Composi-ción química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. Turrialba 22 (3):299-304. 1972.
- ; ELIAS, L.G.; ESTRADA, V.E. y JARQUIN, R. Valor nutritivo de pulpa de café en monogástricos. ALPA 6:142-143. 1971.
- CABEZAS, M.T.; MURILLO, B.; JARQUIN, R.; GONZALEZ, J.M.; ESTRADA, E. y BRESSANI, R. Pulpa y pergamino de café. VI. Adaptación del ganado bovino en la pulpa de café. Turrialba 24(2): 160-167. 1974b.
- CLAVIJO, H. y MANER, J.H. Factores que afectan la digestibilidad y el valor energético del banano para cerdos (Compendio). Memoria ALPA 9:5-6. 1974.
- y ———. The use of waste bananas for swine feed. CIAT, Series EE-No. 6. Nov. 1974.
- CUNHA, T.J. Naranjas para el ganado. Agricultura de las Américas. Octubre, 1973. p. 54.
- CHAPMAN, Jr., H.L. y KIDDER, R.W. La Hacienda. Memoria del Cursillo Anual de Ganado de Carne. Universidad de Florida. 1968.
- ELIAS, A. Utilización de los subproductos de la caña de azúcar en alimentación animal: melaza de caña para la producción de carne de res. In VII Reunión Interamericana sobre el control de la fiebre aftosa y otras Zoonosis. O.P.S. Publicacion Cientifica no. 295. Washington, D.C. 1974.
- ELIAS, L.G. y BRESSANI, R. Uso de los recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos productos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. Turrialba 20(2):166-170. 1970.

- ESTADISTICA PANAMEÑA, Sección 312, Producción Agropecuaria. Dirección de Estadística y Censo. Contraloría General de la República. Año Agrícola 1977-1978.
- FLORES RECINOS, F. Respuesta bioeconómica de novillos de engorde alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteica. Tesis Mag. Sci. Centro Tropical de Enseñanza e Investigación. Depto. Ganadería Tropical. Turrialba, Costa Rica, 1973. 63 p.
- FROMETA, L.V. y RANDEL, P.F. Urea y harina de pescado como fuentes proteicas en raciones completas para vacas lecheras (Compendio). Memoria ALPA 3:41-52. 1968.
- GARRETT, W.N.; WALKER, H.G.; KOHLER, G.O. y HART, M.R. NaOH and NH<sub>3</sub> treated rice straw for ruminants. J. Animal Science 43:322. 1976. (resumen).
- GOHL, B.I. Los subproductos de los citrus para la alimentación del ganado. Rev. Mundial de Zootecnia 6:24-27. 1973.
- . Tropical feeds; feed information summaries and nutritive value. Rome, FAO. 1975. 510 p.
- GONZALEZ CORTES, W. El bagazo de caña de azúcar en una ración para vacas lecheras. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. Boletín técnico no. 60, 1971. 25 p.
- HARMS, R. H.; SIMPSON, C.F.; WALDROUP, P.W. Y AMMERMAN, C.B. Citrus pulp for poultry litter and its subsequent feeding value for ruminants. Gainesville, Florida Agricultural Experiment Station. Technical bulletin 724, 1968. 12p.
- HARRIS, L.E. Estudio y análisis de la producción de alimentos para los animales y de la nutrición animal en el trópico húmedo-seco y húmedo de América Latina. Universidad de Florida, Gainesville, 1970. pp. 5001-10.
- HAWKINS, G.E. y DAVIS, W.E. Changes in plasma free fatty acids and triglycerides in dairy cattle after dosing with coffee or caffeine. Journal of Dairy Science 53:52-55. 1970.
- JACKSON, M.G. La paja de arroz como alimento para el ganado. Rev. Mundial de Zootecnia 23:25-29. 1977.
- JARQUIN, R.; GOMEZ-BRENES, R.; 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 pulpa de café en rumiantes. Turrialba 23:41-47. 1973.
- KLOPFENSTEIN, T.J.; KRAUSE, V.E.; JONES, M.J. y WOODS, W. Chemical treatment of low quality roughages. Journal of Animal Science 35(2):418-422. 1972.
- LE DIVIDICH, J.; GEOFFROY, F.; CANOPE, I. y CHENOST, M. Utilización de bananos desechados para la alimentación de los animales. Rev. Mundial de Zootecnia 20:22-30. 1976.
- LENG, R.A. y PRESTON, T.R. Sugarcane for cattle production: present constraints, perspective and research priorities. Tropical Animal Production 1(1):1-21. 1976.

- MACDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E. y HARRIS, L.E. Latin American tables of feed composition. University of Florida. Gainesville, Fla., U.S.A. 1974. 509 p.
- MURILLO, B.; ESTRADA, E.; CABEZAS, M.T.; VARGAS E.; DAQUI, L. y BRESSANI, R. Composición de carbohidratos estructurales en diferentes muestras de pulpa y pergamino de café. Manuscrito en preparación. 1977.
- NATH, K.; SAHAI, K. y KEHAR, N.D. Effect of water washing, lime treatment and lime and calcium carbonate supplementation of the nutritive value of paddy (*Oryza sativa*) straw. *Journal of Animal Science* 28:383. 1969.
- O'DONOVAN, P.B. y CHEN, M.C. Performance of dairy heifers fed different levels of cane molasses with rice straw as roughage. *Tropical Agriculture* 49(2):125. 1972.
- OLIVA, S.F. El banano en la alimentación animal. In *Seminario sobre Identificación de las Prioridades en la Investigación del Banano y el Plátano*. Palmira, Colombia, CIAT 19-22 Sept. 1977. pp. 111-118.
- PIGDEN, W.J. La caña descortezada como pienso; un paso decisivo. *Rev. Mundial de Zootecnia* 11:1-5. 1974.
- y BENDER, F. Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. *Rev. Mundial de Zootecnia* 4:7-10. 1972.
- PRESTON, T.R. Engorde de ganado vacuno con melaza en los trópicos. *Rev. Mundial de Zootecnia* 1:24-29. 1972.
- ; CARCAÑO, C.; ALVAREZ, F.J. y GUTIERREZ, D.G. Pulidura de arroz como suplemento en dietas de caña de azúcar: Efecto del nivel de pulidura y procesamiento de la caña de azúcar por descortezado o picado. *Producción Animal Tropical* 1:156. 1976.
- y WILLIS, M.B. Producción intensiva de carne. Trad. T.R. Preston. Editorial Diana, S. A., México, D.F. 1975. 736 p.
- RANDEL, P.F., SOLDEVILLA, M. y SALAS, B. A complete ration composed of concentrates and sugarcane bagasse vs. a conventional ration of Pangola-grass and supplemental concentrates for milk production. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 53:167. 1969.
- RODRIGUEZ, V. y GONZALEZ, S. Utilización de la cachaza en dietas integrales para la producción de leche. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 7:29-33. 1973.
- ROUX, H. Estudio preliminar sobre el uso de la urea en la alimentación del ganado bovino en Panamá. Universidad de Panamá. Publicación Técnica no. 3. 1966. 20 p.
- RUILOBA, M. H., RUIZ, M.E. y PITY, C. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea. *Ciencia Agropecuaria* 1:77-86. 1978.

- \_\_\_\_\_ y PITTY, C. Utilización del banano de desecho en la alimentación de cerdos en crecimiento y acabado. Carta Informativa del IDIAP 7:3-6. 1979.
- RUIZ, M.E. New animal feeding systems based on the intensive use of tropical by-products. In *First international symposium, feed composition, animal nutrient requirements and computerization of Diets*. P.V. Fannesbeck, L.E. Harris y L.C. Kearn (eds.). Logan, Utah State University, 1976. pp. 660-666.
- \_\_\_\_\_ y ARAGON, M.A. Digestibilidad de la punta de caña (*Saccharum officinarum*) en bovinos. (Compendio). Séptima Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, 23-28 septiembre, 1979. Panamá. En prensa.
- \_\_\_\_\_ e ISIDOR, M. Utilización de subproductos en la engorda de ganado en corral. II. Subproductos del banano. In *7o. día de campo ganadero*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1973. 20 p.
- STONE, E.J.; MOSSIR, Jr., J.F.; GLENN, J.C. y KELLER, A.H. Digestibility of chemically treated bagasse and rice straw. *Journal of Animal Science* 25:915. 1966.
- TILLEY, T.M.A. y TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18(2):104-111. 1963.
- UNION DE PAISES EXPORTADORES DE BANANO. Panamá. Informe Mensual, Año 2, No. 5, abril 1978.
- VAN SOEST, P.J. y WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 50(1):50. 1967.
- VEITIA, J.L.; ESQUIVEL, C. y SIMON, L. Elephant grass and rice straw as forage sources for cattle fattened on molasses-based diets. 1. Growth and feed conversion. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 5(2):171. 1971.
- WHITE, T.W.; REYNOLDS, W.L. y HEMBRY, F.G. Level and form of rice straw in steer rations. *Journal of Animal Science* 33(6):1365-1370. 1971.