

Instituto de Investigación
Agropecuaria de Panamá

IDIAP

**CIENCIA
AGROPECUARIA**

Número 2

Octubre, 1979

INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA

CUERPO DIRECTIVO

DIRECCION GENERAL	Carmen Damaris Chea, Ing. Agr.
SUBDIRECCION GENERAL	Alberto Perdomo, Ph. D.
DIRECCION CIENCIAS AGRICOLAS	Félix A. Estrada, Ing. Agr.
DIRECCION CIENCIAS PECUARIAS	Santiago Ríos A., M. Sc.
DIRECCION DE PLANIFICACION Y PRESUPUESTO	Vernon C. Wynter, Ing. Agr.
DIRECCION DE ADMINISTRACION Y FINANZAS	Fredesvindo Calderón, Lic.
ASESORES TECNICOS	Héctor H. Li Pun, Ph. D. Jack Dee Traywick, M. Sc.

COORDINACION REGIONAL

PANAMA	Ismael Aguilar, Ing. Agr. (P)
VERAGUAS	Jorge González, Ing. Agr.
AZUERO	Germán De León, M. Sc.
CENTRO EXPERIMENTAL DE GUALACA	Santiago Ríos, M. Sc.

INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
DE PANAMA (IDIAP)

CIENCIA AGROPECUARIA

Número 2

Octubre, 1979

La revista CIENCIA AGROPECUARIA es una publicación anual del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Se presentan los resultados de trabajos de investigación científicos llevados a cabo por técnicos nacionales y extranjeros que se dedican a las ciencias agrícolas y pecuarias. Se solicita canje con publicaciones similares.

Se distribuye por suscripción anual de B/.3.50 (\$3.50) a la dirección siguiente:

Departamento de Publicaciones
Apartado 58 - IDIAP
Santiago de Veraguas
República de Panamá

CIENCIA AGROPECUARIA
PUBLICACION CIENTIFICA DEL
INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA

La coordinación, recopilación, edición, diseño y distribución de esta revista es responsabilidad del personal que labora para el Departamento de Publicaciones del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

EDITOR:

Elizabeth De F. de Ruiloba, M. Sc.,
Jefe del Departamento de Publicaciones, IDIAP

ASESORES A LA EDICION:

Héctor H. Li Pun, Ph. D.,
Asesor Pecuario, IDIAP

Manuel H. Ruiloba, M. Sc.,
Investigador, IDIAP

COMITE DE REVISION TECNICA:

Washington Bejarano, M. Sc.,
Programa de Cultivos Agrícolas,
CATIE, Turrialba, Costa Rica

Héctor H. Li Pun, Ph. D.,
Asesor Pecuario,
Acuerdo IDIAP-CATIE-IICA

Gustavo Cubillos, Ph. D.,
Programa de Producción Animal,
CATIE, Turrialba, Costa Rica

Bolívar R. Pinzón, M. Sc.,
Investigador, IDIAP

Carmen Damaris Chea, Ing. Agr.,
Directora General, IDIAP

Manuel H. Ruiloba, M. Sc.,
Investigador, IDIAP

Jorge Jonas, M. Sc.,
Edafólogo, IDIAP

Manuel E. Ruíz, Ph. D.,
Programa de Producción Animal,
CATIE, Turrialba, Costa Rica

Florentino Vega, M. Sc.,
Biometrista, IDIAP

Diseño de portada y figuras:
Emiliano Velarde, IDIAP

Distribución:
Neysa M. de Medina,
Secretaria, IDIAP

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Con la finalidad de lograr uniformidad en la presentación de los resultados de trabajos experimentales, el Comité Editorial del IDIAP ha establecido las normas que servirán de guía para la revista CIENCIA AGROPECUARIA. El artículo científico constará de: Título, Autores, Compendio, (Español e Inglés), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimiento y Referencias Bibliográficas.

TITULO: Debe ser descriptivo, conciso y completo y no debe excederse de 15 palabras (inclusive nombres científicos).

* Llamada de pie de página: Se utilizará sólo para indicar información relacionada con el trabajo, presentación en congresos o reuniones científicas y colaboraciones que hicieron posible el trabajo.

AUTORES: Hacia el lado derecho de la página, después del título y se indicará con nombre y apellido, en orden, primer autor, coautor o coautores. Los colaboradores se mencionan en las notas de pie de página.

**Llamada de pie de página: Para indicar la posición que ocupa y lugar donde trabajan los autores.

COMPENDIO: (Sinopsis o resumen analítico). Es una síntesis de todo el artículo. Debe presentar razonamientos principales, datos más importantes y conclusiones. No debe excederse de 200 palabras.

INTRODUCCION: Se considerará la naturaleza y alcance del problema, objetivos del estudio, antecedentes y justificación del trabajo.

La revisión de literatura se utilizará a través del texto con las contribuciones más importantes.

MATERIALES Y METODOS: Si el autor lo prefiere, esta sección puede subdividirse con subtítulos. Se recomienda la descripción de la ubicación del área, suelos, condiciones climáticas, diseño experimental, técnicas de laboratorio, aparatos, tratamientos, etc.

Es requisito indispensable el uso del sistema métrico decimal.

RESULTADOS Y DISCUSION: En la presentación de los resultados se incluyen los hechos positivos y negativos más importantes que se hayan analizado correctamente. Si el autor lo desea, puede utilizar subtítulos para facilitar su comprensión.

En esta sección se incluyen los cuadros e ilustraciones debidamente enumerados (arábigos) y con su respectiva leyenda. Los cuadros llevarán la leyenda en la parte superior. Las láminas llevarán la leyenda al pie.

CONCLUSIONES: Se enumeran y si el autor recomienda alguna técnica de aplicación práctica, se incluirá en esta sección.

AGRADECIMIENTO: Por indicación del autor se incluirá el nombre de personas e instituciones que colaboraron en el desarrollo del trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS: Para lograr uniformidad en todos los trabajos, el estilo que seguirá esta revista será el de la Asociación Interamericana de Bibliotecarios y Documentalistas Agrarios (AIBDA).

La nomenclatura científica estará de acuerdo a las normas aprobadas generalmente en reuniones internacionales especiales o redactadas por un comité nombrado con tal objeto en cada especialidad. Se recomienda utilizar las que se indican en:

CONFERENCE OF BIOLOGICAL EDITORS. Committee on Form and Style. Style Manual for Biological Journals. 2ed. Washington, American Institute of Biological Sciences, 1964. 117 p.

ESTILO DEL ESCRITO CIENTIFICO:

El artículo se escribirá en papel blanco (21.2 cm x 27.5 cm) a doble espacio y se permitirá un máximo de 20 páginas (incluyendo cuadros e ilustraciones).

Para las citas en el texto del artículo, se mencionarán de la siguiente manera:

...Perdomo (1976) encontró...

...por otros investigadores (Lasso y col., 1977)

...por otros investigadores (Lasso y col., 1975; Pereira, 1976).

...por dos investigadores (Lasso y Silvera, 1979).

CONTRIBUYENTES

Se aceptarán los trabajos presentados por técnicos nacionales y extranjeros, los que se clasificarán como artículos científicos, notas técnicas, ensayos o revisiones, de acuerdo a las normas establecidas por el Comité Editorial.

El Comité Editorial se encargará de someter los trabajos a un Comité de Revisión seleccionado de acuerdo a la especialidad.

Se proporcionarán 25 separatas de cada artículo publicado por el autor.

CIENCIA AGROPECUARIA

Número 2

Octubre, 1979

CIENCIAS AGRICOLAS

- Encalado en suelos ácidos de Panamá con alto contenido de aluminio intercambiable. I. Finca Experimental de Calabacito. — Benjamín Name y Daniel Batista 1 - 14
- Estudio de variedades de ajonjolí, girasol y maní en dos localidades de Panamá. — Gaspar A. Silvera, Adaías González y Franklin Pineda. 15 - 26

CIENCIAS PECUARIAS

- Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Productividad de carne bovina. — Carlos M. Ortega y Claudio Samudio 27 - 40
- Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. II. Producción de materia seca y contenido proteínico. — Carlos M. Ortega y Claudio Samudio 41 - 50
- Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. II. Subproductos y desechos de origen vegetal. — Elizabeth De F. de Ruiloba y Manuel E. Ruíz 51 - 72
- Efectos de la melaza sobre la utilización de la caña de azúcar integral en novillos de engorde. — Manuel H. Ruiloba, Carlos Pitty y Luis Hertentain 73 - 84
- Producción de amoníaco ruminal *in vivo* e *in vitro* a partir de cinco diferentes fuentes proteínicas. — Héctor H. Li Pun y Larry D. Satter 85 - 96

ENCALADO EN SUELOS ACIDOS DE PANAMA CON ALTO CONTENIDO DE ALUMINIO INTERCAMBIABLE. I. FINCA EXPERIMENTAL DE CALABACITO*

Benjamín Name** y Daniel Batista***

Se realizó un estudio de encalamiento en un oxisol de Panamá. Para este estudio se utilizó el aluminio intercambiable x 2 para determinar las dosis de cal a aplicar para neutralizar 0, 75, 150, 225 y 300% de la acidez intercambiable. Los análisis químicos demostraron que las dosis de 75 y 150% neutralizaban el efecto tóxico del aluminio. Se encontró que las aplicaciones de cal elevaron el pH de 5.0 a 7.0, mientras que la CIC efectiva se elevó de 3.98 a 14.67 meq/100g de suelo. El porcentaje de saturación del aluminio se redujo de 70.83 a trazas. En los ensayos de invernadero se determinó que el suelo es altamente deficiente en N-P-K y Cal y que a partir del cuarto nivel (225% de neutralización de Al intercambiable) se presentó sobre-encaladura.

Una gran cantidad de suelos en los trópicos tienen problemas de acidificación creciente; esto se debe, principalmente, a que se encuentran expuestos a una meteorización intensa por las lluvias monzónicas y las altas temperaturas del área (Fassbender, 1975). Para la neutralización de dicha acidez se han propuesto diferentes métodos basados en la corrección del pH hasta un valor determinado (Coleman y col., 1958) y en la neutralización del aluminio intercambiable (Kamprath, 1970).

Varios investigadores han demostrado que el encalado de los suelos tropicales altamente meteorizados, debe basarse en la cantidad de aluminio intercambiable presente (Reeve y Sumner, 1970; Kamprath, 1971; Méndez y Kamprath, 1978). Las cantidades de cal necesarias para la neutralización del aluminio intercambiable son considerablemente menores que las requeridas para elevar el pH a la neutralidad y, generalmente, no producen efectos detrimentales (Kamprath, 1970; Reeve y Sumner, 1970; Méndez y Kamprath, 1978).

En Panamá se requiere un mayor estudio sobre la utilización racional de los suelos ácidos con alto contenido de aluminio intercambiable como los que se presentan en la Finca Experimental de Calabacito, Provincia de Veraguas, la cual es representativa de una gran extensión de suelos oxisoles con este tipo de problema y que actualmente se utilizan de manera poco eficiente. Además, presentan condiciones nutricionales de extrema deficiencia con un fuerte desbalance de macro y micro-elementos.

Desde el año 1976, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) ha realizado estudios de suelos con problemas de acidez y se han evaluado también los efectos del encalado en la capacidad de los suelos para fijar nutrientes y además, las condiciones nutricionales y de toxicidades usando plantas indicadoras a través de la técnica del elemento faltante (Hunter, 1975).

* Trabajo presentado en la X Reunión de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA), Acapulco, México, Abril 22-28, 1979.

** M.Sc., Edafólogo, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Asistente del Laboratorio de Suelos, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Las evaluaciones se realizaron mediante análisis físico-químicos del suelo, ensayos de laboratorio y pruebas biológicas de invernadero. El presente estudio tiene el propósito de obtener información que sea útil para el conocimiento del estado de fertilidad de los suelos con problemas de aluminio y a la vez que sirva de base para los diseños de futuros ensayos de campo.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la Finca Experimental de Calabacito, ubicado en la Provincia de Veraguas a 100 msnm.

El régimen pluviométrico en el área de los suelos estudiados es del orden de los 3000 mm, con una estación seca bastante demarcada entre diciembre y mayo (IRHE, 1972), condiciones que favorecen la meteorización creciente de estos suelos.

De acuerdo a los estudios realizados por la Comisión de Reforma Agraria (1970) los suelos de Calabacito se catalogan como oxisoles. Poseen un epipedon ócrico y un endopedon óxico. Son suelos altamente meteorizados, tanto química como físicamente, con drenaje regular, profundos, de origen ígneo, con pendientes variables entre 1 a 3%. Son de colores rojos, textura arcillosa ($> 40\%$ arcilla) estructura de bloques subangulares o granular fina, de baja capacidad de intercambio catiónico (< 16 meq/100 g suelo), con concentraciones bajas de diversos elementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y otros) y gran desbalance entre ellos; pH ácido (< 5.5), alta concentración de aluminio intercambiable, generalmente, mayor de 2.5 meq/100 g de suelo (Rosas, 1974).

La mayor parte de estos suelos se encuentran bajo cultivos de pasto y caña de azúcar, que dan una buena protección al suelo contra la erosión, pero que son grandemente afectados en los rendimientos por los problemas mencionados.

Metodología

Caracterización físico-química del suelo de Calabacito

Para el presente estudio se recogieron muestras de suelos de los primeros 20 centímetros; el área experimental no había sido cultivada y la vegetación predominante era de pastos nativos. Se estudió un perfil del suelo con el sistema de clasificación Taxonómica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (1975). Los suelos se caracterizaron tanto física como químicamente. Para la caracterización física se determinó la textura por el método de Bouyoucos (1927), corrigiendo las lecturas del hidrómetro para temperatura.

Las muestras de suelo se caracterizaron químicamente (Hunter, 1975), mediante los análisis de pH por el método del potenciómetro con una relación suelo: agua de 1 a 2.5, respectivamente; aluminio intercambiable (Al), extraído con cloruro de potasio (KCl) 1N y determinado por titulación con NaOH 0.1 N; calcio (Ca) y magnesio (Mg), por absorción atómica luego de ser extraídos con una solución de KCl 1N. El fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn) y cobre (Cu) se extrajeron

con la solución extractora de Carolina del Norte (0.05N HCl + 0.025N H₂SO₄). El P fue determinado por calorimetría, el K por fotometría de llama y el Fe, Mn, Cu y Zn por absorción atómica. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se obtuvo por la suma de cationes intercambiables extraídos con KCl IN antes y después de incubar el suelo.

Estudio de invernadero

Después de la caracterización físico-química del suelo, se realizaron los estudios de fijación de nutrimentos que sirvieron de base para la ejecución de los ensayos de invernadero.

El primer ensayo se realizó con la técnica del elemento faltante en la que se observa la respuesta biológica de las plantas a deficiencias y toxicidades (Hunter, 1975). En base a los resultados de este ensayo, se realizó el estudio de encalamiento, en donde previamente se incubó el suelo bajo diferentes niveles de CaCO₃ al 98% durante dos semanas.

Este último se realizó con el fin de observar biológicamente el efecto del encalado sobre la respuesta biológica de la planta indicadora, la cual era el sorgo granífero. Se mantuvieron seis plantas por maceta hasta el momento del corte, el cual se realizó 30 días después de la siembra. Las plantas se secaron al horno a 70°C por 24 horas, sometiéndolas posteriormente a evaluaciones de rendimiento en base al peso seco.

Estudio de incubación con cal

Se utilizaron 2500 ml de suelo por tratamiento, a cada uno de los cuales se les añadió indistintamente la cal requerida para la neutralización del aluminio intercambiable (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamiento de encalado (expresado en kg de CaCO₃/ha) ^a

Tratamiento	Neutralización del Aluminio, %	Dosis de Cal kg/ha
1	0	0
2	75	4,950
3	150	9,900
4	225	14,850
5	300	19,800

^a La cal utilizada poseía no menos del 98 % del poder de neutralización.

A partir de la multiplicación del aluminio intercambiable x 2, se obtienen los diferentes niveles de CaCO₃. Cada tratamiento se separó en tres volúmenes iguales y se colocaron en recipientes de 1 litro de capacidad. Después de la adición de CaCO₃ los suelos fueron incubados a capacidad de campo por dos periodos diferentes, a 30 y 60 días.

Posteriormente, se determinó el efecto de la cal aplicada en los diferentes niveles, por medio de los análisis de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn y curvas de fijación. Los resultados fueron graficados y se comparó el efecto de las diferentes dosis de cal sobre la disponibilidad de los nutrimentos. Además, se realizó una curva de titulación con HCl 0.01N e NaOH 0.01N para determinar el efecto del encalado en la carga variable del suelo. Para esta determinación se tomaron 20 ml de cada suelo, se incubaron a diferentes niveles de saturación de CaCO_3 , y se le agregó cantidades crecientes de HCl 0.01N desde 0 a 20 ml, manteniendo la relación suelo: líquido de 1:1. La lectura del pH se midió con un potenciómetro. Procedimiento similar se siguió al agregar Ca(OH)_2 0.01N para la determinación de las cargas negativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Características físico-químicas del suelo

Los resultados de los análisis físicos y químicos del suelo de la Finca Calabacito se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados del análisis físico ^a y químico del suelo de Calabacito (Sin tratamiento).

pH		meq/100 g				CIC	% Sat	Rel	Rel	µg/ml				
H ₂ O	KCl	K	Ca	Mg	Al	Efec.	Al	Ca/Mg	Mg/K	P	Mn	Fe	Zn	Cu
5.0	4.0	0.06	1.21	0.14	3.40	4.81	70.70	8.64	2.33	4.5	162	81	1.35	5

^a Textura: Arena, 38% ; limo, 22% y arcilla, 40%

Se observa que el suelo es ácido (pH = 5.0), con alto contenido de Al intercambiable (3.4 meq/100 g) y una saturación alta de aluminio (70.8%). Esto demuestra que la acidez de este suelo se debe al contenido de aluminio intercambiable. Las principales deficiencias observadas fueron P, K, Ca, Mg y Zn.

Efecto del encalado sobre las propiedades químicas del suelo

Una vez que finalizó el período de incubación del suelo, se analizó para determinar las variaciones por el efecto de los tratamientos con cal (Cuadro 3).

Cuadro 3. Características del suelo de acuerdo al tratamiento de encalado.

Neutralización de Al, %	pH		meq/100 g suelo				CIC Efectiva	% Sat. Al	Rel. Ca/Mg	Rel. Mg/K
	H ₂ O	KCl	K	Ca	Mg	Al				
0	5.0	4.0	0.06	1.21	0.14	3.40	4.81	70.70	8.64	2.33
75	5.6	4.5	0.05	4.87	0.08	0.70	5.70	12.28	60.87	1.60
150	6.2	5.0	0.05	7.55	0.03	0.10	7.73	1.29	251.66	0.60
225	6.7	5.6	0.11	12.65	0.04	0.05	12.85	0.39	316.25	0.36
300	7.0	6.0	0.04	14.65	0.03	Tr	14.72	----	488.33	0.75

Se observa que a medida que disminuye el porcentaje de saturación de aluminio, el pH del suelo aumenta, produciéndose un incremento de dos unidades entre el suelo original (pH = 5.0) y el suelo con el 300% de saturación (pH = 7.0), cuando la determinación se hizo con agua. Méndez y Kamprath (1978) demostraron en suelos de Panamá que cantidades de cal equivalentes al aluminio intercambiable $\times 1.5$ neutralizan la mayoría del aluminio intercambiable y ajustan el pH a niveles satisfactorios para el crecimiento de las plantas. Tales cantidades fueron considerablemente menores que las requeridas para ajustar el pH a 7.

Variaciones en el contenido de bases

El efecto del encalado en las variaciones de las bases intercambiables es de naturaleza diferente (Cuadro 3), así el potasio se mantiene relativamente constante con los diferentes tratamientos de cal. El calcio (ver también Fig. 1), aumenta considerablemente desde 1.21 meq/100 g del suelo original hasta 14.65 meq/100 g cuando el suelo recibe 19,800 kg de carbonato de calcio por hectárea, cantidad que satura el 300% del aluminio intercambiable.

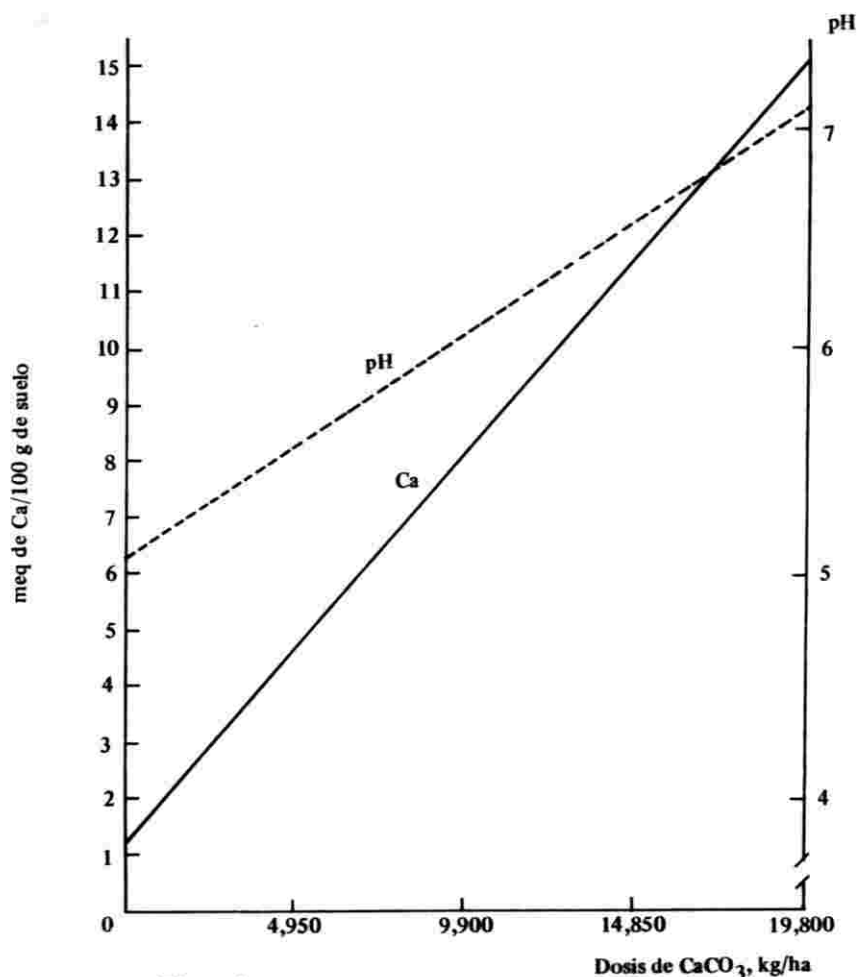


Figura 1. Efecto del encalado sobre el contenido de calcio y la acidez (pH).

En cambio, el contenido de magnesio disminuye de 0.14 a 0.03 meq/100 g de suelo. Esto se explica posiblemente, porque la fuente de cal utilizada fue el carbonato de calcio, que no contenía magnesio y también porque el calcio deprime la absorción de magnesio debido al antagonismo Ca-Mg. Al aumentar la relación Ca/Mg de 8.6 a 488 es probable que se induzca una deficiencia de Mg a menos que se realicen aplicaciones de este nutrimento.

Variaciones en el contenido de aluminio intercambiable y en el porcentaje de saturación de aluminio

Los valores de aluminio disminuyeron de 3.4 meq/100 g a trazas, lo que demuestra que las dosis altas de cal controlan todo el posible efecto tóxico que tiene el aluminio en este tipo de suelo y que al aumentar el calcio intercambiable, disminuye drásticamente el porcentaje de saturación de Al.

Efecto del encalado en la CIC

La capacidad efectiva de intercambio catiónico, según el Cuadro 3 se incrementa de 4.81 meq/100g en el suelo original, hasta 14.72 meq/100g cuando se satura el 300% del Al intercambiable. Esto se debe a que al aumentar las cargas negativas dependientes del pH en el complejo de intercambio, aumenta la absorción de cationes.

En la figura 2 se puede apreciar el efecto del encalado en la carga dependiente del pH. Estas se originan por el carácter anfótero de algunos grupos funcionales localizados en la superficie de las moléculas de materia orgánica y a veces en los óxidos y minerales arcillosos (Fassbender, 1975).

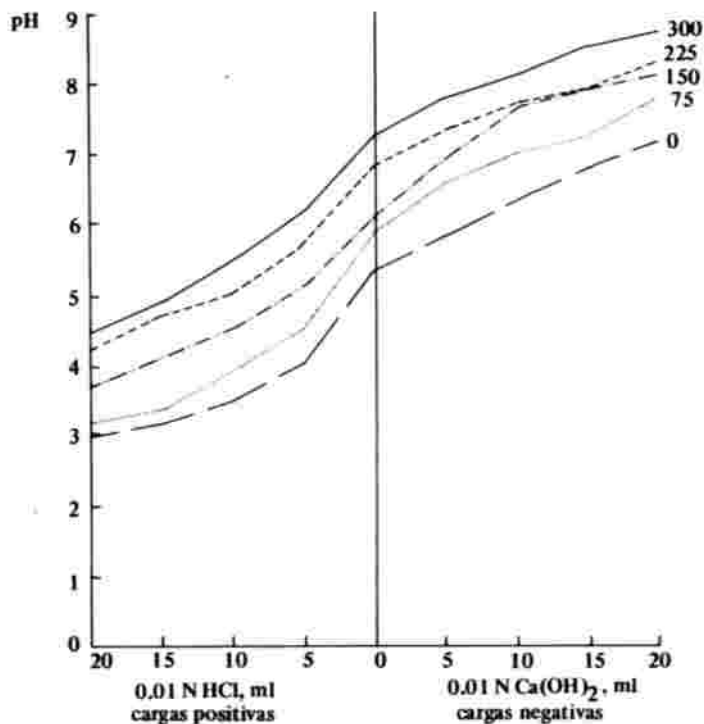


Figura 2. Efecto del encalado en la carga variable del suelo

Efecto del encalado en la disponibilidad de fósforo y micronutrientes

En los Cuadros 4 y 5 se observa el efecto del encalado en la disponibilidad del fósforo y de los elementos menores.

Cuadro 4. Efecto del encalado en la disponibilidad del P y micronutrientes (30 días)

Neutralización de Al, %	µg/ml				
	P	Mn	Fe	Zn*	Cu
0	4.50	162	81	1.35	5
75	1.50	220	153	1.50	4
150	2.00	219	143	3.00	2
225	1.50	330	155	5.80	5
300	2.25	190	73	5.85	2

* Significativo ($P < .05$)

Cuadro 5. Efecto del encalado en la disponibilidad del fósforo y micronutrientes (60 días)

Neutralización de Al, %	µg/ml				
	P	Mn*	Fe	Zn*	Cu
0	4.50	210	350	1.5	6
75	1.50	430	580	1.8	5
150	2.50	440	525	3.0	2
225	1.75	480	350	5.5	4
300	1.75	460	410	3.9	6

* Significativo ($P < .05$)

Como se puede apreciar, los diferentes niveles de cal utilizados sólo afectaron significativamente ($P < .05$) el análisis de Zinc en ambos períodos y el de Manganese sólo en el encalado a 60 días ($P < .05$). Resultó significativo ($P < .05$) el análisis de P y altamente significativo ($P < .01$) el de Mn y Fe cuando se compararon los dos períodos de encalado, siendo notorio el incremento de estos microelementos a medida que aumentaba la duración del período del encalado.

Efecto del encalado en el estudio de fijación

Las curvas de fijación se realizaron en los suelos antes y después del encalado, las que se utilizaron en el estudio de invernadero y para determinar el efecto de las diferentes dosis de cal en la disponibilidad de nutrientes.

En el cuadro 6 se presentan, como ejemplo, los resultados de las curvas de fijación para los niveles de 0 y 300% de neutralización del aluminio.

Cuadro 6. Resultados de incubación para dos niveles diferentes de encalado.

Niveles de elemento agregado	0% Neutralización Al						300% Neutralización Al					
	P	K	Mn	Zn	Cu	Fe	P	K	Mn	Cu	Zn	Fe
0	1.0	6.2	154	0.8	4.0	60	1.75	163	290	4.0	5.2	275.0
1	7.5	49.4	158	3.5	6.0	58	3.38	49	300	4.0	7.1	315.0
2	9.0	68.0	160	5.3	6.0	59	6.30	88	310	4.0	9.1	257.8
3	23.0	130.0	164	10.2	8.0	56	13.80	154	305	5.5	13.1	297.0
4	56.5	251.0	169	21.8	11.0	57	37.00	328	340	7.5	22.0	300.0
5	120 +	400.0	185	34.0	20.5	55	107.00	400	370	16.0	49.0	270.0

A partir de los datos del Cuadro 6 para cada elemento y para cada nivel de encalado se hicieron las curvas de fijación. Como ejemplo se presenta la figura 3, donde se muestran las variaciones del fósforo para cada nivel de saturación de cal aplicada. Se aprecia que la disponibilidad del fósforo tiende a disminuir a medida que aumenta la cantidad de cal aplicada. Para obtener el nivel crítico, nivel bajo el cual se espera respuesta a las aplicaciones del elemento, el P agregado aumenta de 110 a 200 ppm. En Panamá, el nivel crítico tentativo para el P utilizado (solución extractora de Carolina del Norte) fue de 18 ppm.

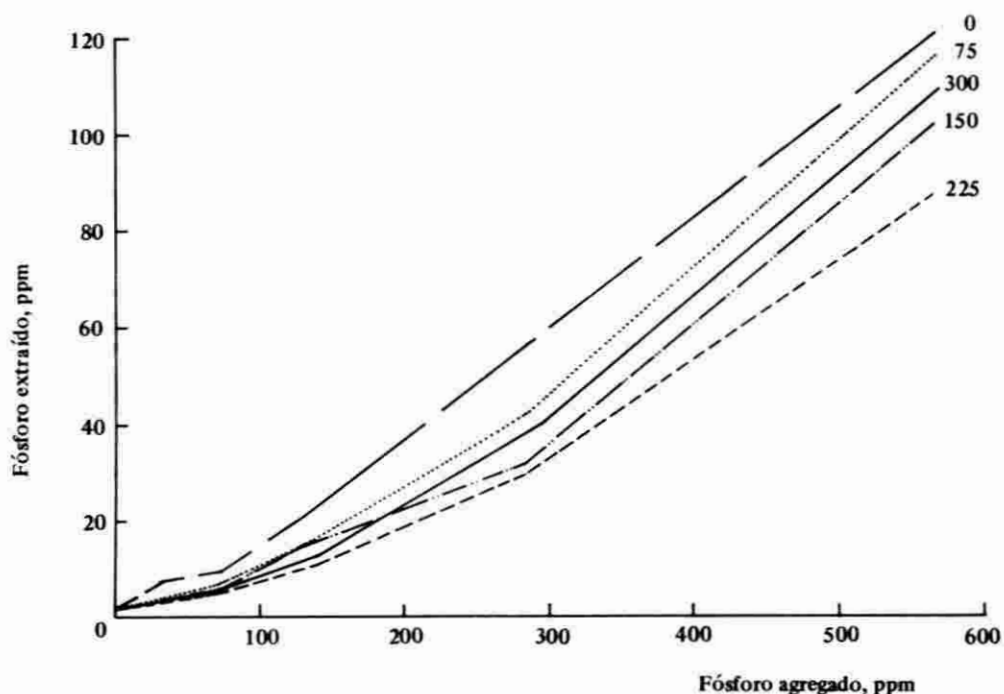


Figura 3. Efecto del encalado sobre la fijación del fósforo.

Para obtener el nivel óptimo que equivale a tres veces el nivel crítico, se tuvo que aplicar alrededor de 240 ppm al suelo sin encalado. Con el suelo encalado, a 225% de neutralización, este nivel se elevó a 410 ppm.

En el caso de los micronutrientes aumenta la fijación del cobre y zinc, pero la disponibilidad de manganeso se ve favorecida. (Figura 4)

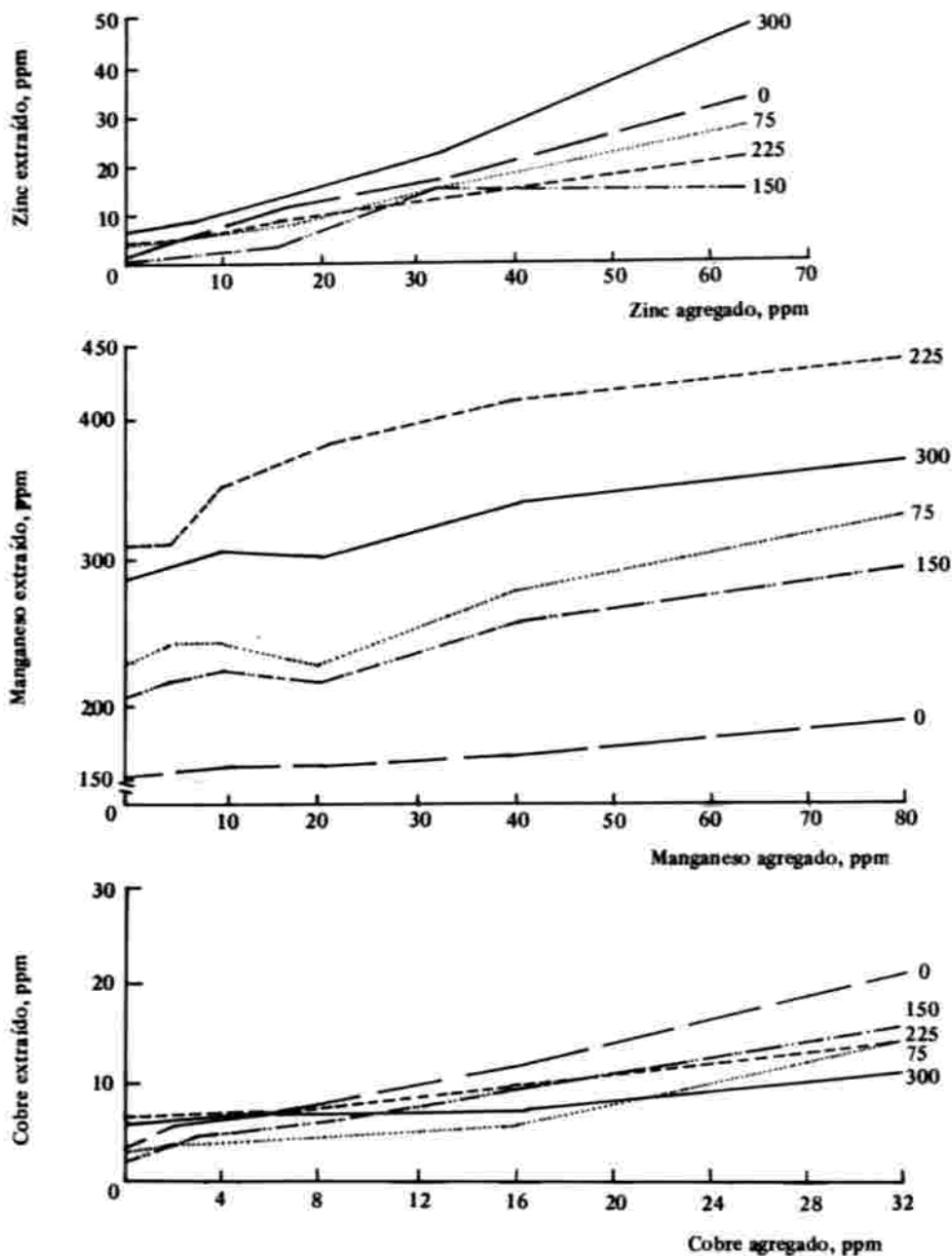


Figura 4. Efecto del encalado sobre la fijación del zinc, manganeso y cobre.

Estudio de invernadero

En la figura 5 se presentan los resultados de invernadero, obtenidos con la metodología del elemento faltante (Hunter, 1975).

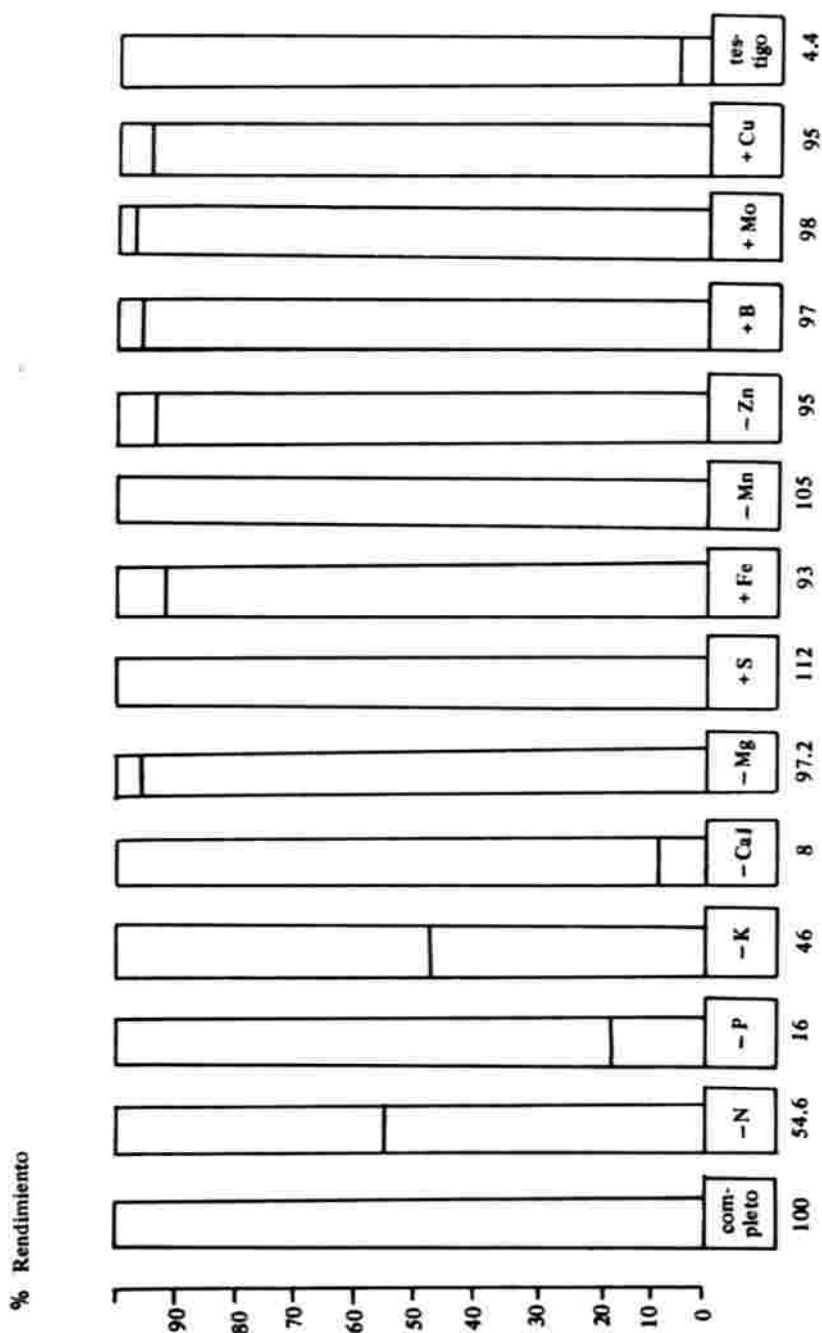


Figura 5. Rendimiento porcentual de materia seca. Suelo de calabacito. (Solución extractora Carolina del Norte).

Como se observa, este suelo responde altamente a las aplicaciones de N-P-K y cal, siendo la interacción de estos nutrientes decisiva en la producción de materia seca.

Hay un efecto altamente significativo ($P < .01$) cuando se comparan los rendimientos relativos del tratamiento testigo y el completo.

En la figura 6 se presentan los resultados obtenidos en el invernadero con el encalamiento a diferentes niveles de saturación de carbonato de calcio. Como se aprecia, los mejores rendimientos se obtuvieron con el cuarto nivel de encalamiento, teniendo una reducción sobre-encalado a partir del quinto nivel.

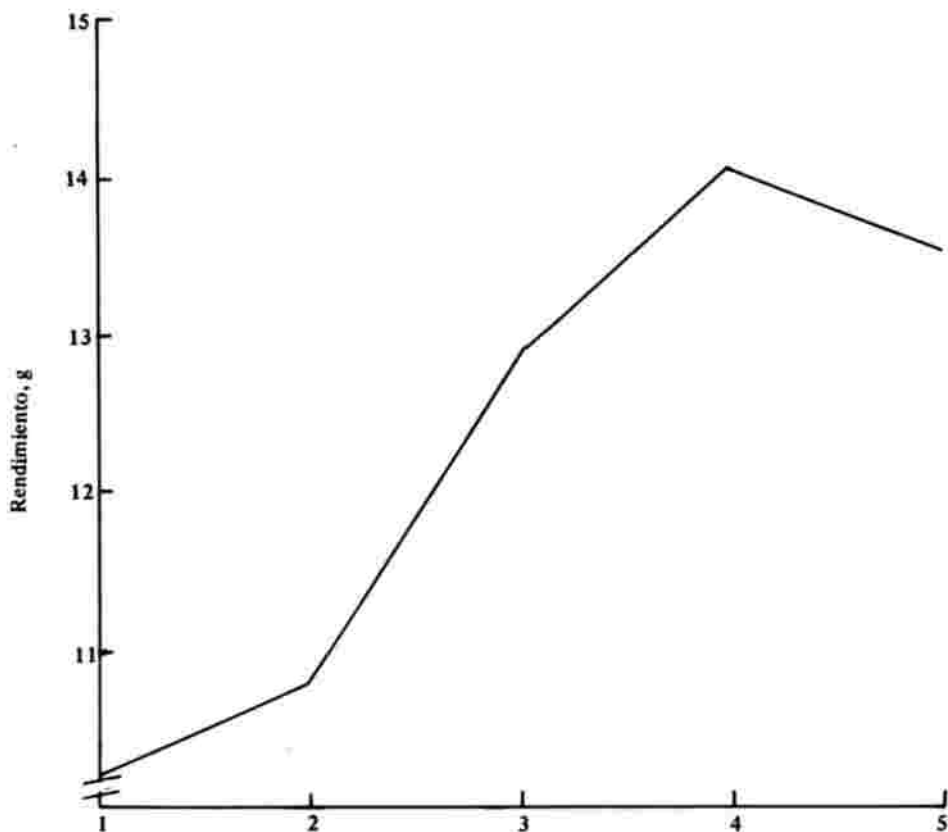


Figura 6. Efecto del encalamiento sobre el rendimiento de materia seca (en gramos). Solución extractora de Carolina del Norte.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La utilización del aluminio intercambiable $\times 2$ es una buena medida de la cantidad de cal que se aplica.
2. De acuerdo a los análisis químicos los mejores niveles de cal aplicados se encuen-

tran entre el 75 y 150% de neutralización de aluminio intercambiable. A estos niveles se reduce su efecto tóxico en los suelos en estudio.

3. Las plantas indicadoras nos muestran que la aplicación de cal es positiva hasta 225% de neutralización. Hubo sobre-encalado a partir del quinto nivel cuando se utilizó 300% de neutralización de aluminio.
4. Las aplicaciones masivas de calcio reducen drásticamente la absorción de magnesio aumentando la relación de Ca/Mg a niveles que producen deficiencias de este elemento.
5. En los estudios de encalamiento no se encontró diferencias importantes sobre macroelementos cuando se compararon los dos periodos de encalamiento.
6. Se sugiere realizar estudios de encalamiento en roca caliza dolomítica para suelos con iguales propiedades descritas en este trabajo.
7. En los estudios de invernadero, se determinó que el suelo era altamente deficiente en N-P-K y cal. Se sugiere realizar los estudios de campo para determinar los niveles óptimos.

ABSTRACT

In Panama, a liming test was conducted in an oxisol. For this test, exchangeable aluminum $\times 2$ was utilized to determine the dosis of lime required to neutralized 0, 75, 150, 225 and 300% of the exchangeable acidity. Chemical analyses showed that the 75 and 150% dosis neutralized the toxic effect of the aluminum. The application of lime increased the pH from 5.0 to 7.0, while the effective CIC increased from 3.98 to 14.67 meq/100g of soil. The saturation percentage of the aluminum decreased from 70.83 to traces. From experiments realized in a greenhouse, it was determined that the soil was highly defficient in N-P-K and in lime, and that parting from the fourth level (225% of neutralization in exchangeable aluminum) an over-liming was observed.

BIBLIOGRAFIA

- BOUYOUCOS, G.J. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. *Soil Science* 23:343-352. 1927.
- COLEMAN, N.T., KAMPRATH, E.J. y WEED, S.B. Liming Advances in Agronomy 10:475-522. 1958.
- COMISION DE REFORMA AGRARIA. Reporte final sobre el Catastro Rural de Tierras y Aguas de Panamá. International Resources and Geotechnics, Inc., International Engineering Company, Inc., The Jacobs Company. Volumen 1, Julio, 1970. 504 p.
- FASSBENDER, H.W. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Costa Rica. 1975. 398 p.

- HUNTER, A.H. Técnicas de laboratorio e invernadero para estudios de nutrientes con miras a determinar las enmiendas de suelo requeridas para un óptimo crecimiento de las plantas. Universidad de Carolina del Norte, Raleigh, N.C. (mimeografiado). 1975.
- INSTITUTO DE RECURSOS HIDRAULICOS Y ELECTRIFICACION. Precipitación mensual por año registrada en la República de Panamá. 1890-1972. Departamento de Hidrometeorología, IRHE, Panamá. 1972. 342 p.
- KAMPRATH, E.J. Soil acidity and response to liming. International Soil Testing. North Carolina State University, Agric. Exp. Stn. Raleigh, N.C. Technical Bulletin 4. 1967.
- . Exchangeable aluminium as a criterion for liming leached mineral soils. *Soils Science American Proceed* 34:252-954. 1970.
- . Potential detrimental effects from liming highly weathered soils to neutrality. *Soil Crop Science Florida Proceed* 31:200-203. 1971.
- MENDEZ, J. and KAMPRATH, E.J. Liming of latosols and the effect on phosphorus response. *Soil Science Society American Proceed* 42:85-88. 1978.
- REEVE, N.G. and SUMNER, M.E. Effects of Aluminium toxicity and Phosphorus fixation on crop growth in oxisols natal. *Soil Science American Proceed* 34:265-267. 1970.
- ROSAS, L.B. Levantamiento y reconocimiento de los suelos de Calabacito. Tesis para optar el título de Licenciado en Ing. Agronómica, Panamá, Universidad de Panamá. 1974. 163 p.
- SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Handbook. No. 436. Soil Conservation Service, Dept. Agric. U.S. 1975. 754 p.

ESTUDIO DE VARIETADES DE AJONJOLI, GIRASOL Y MANI EN DOS LOCALIDADES DE PANAMA.

Gaspar A. Silvera*, Adaías González** y Félix Pineda***

Durante el período 1975-76, se realizaron ensayos sobre variedades de ajonjolí, girasol y maní, en la región de Río Hato y de Bayano. En ajonjolí se evaluaron ocho variedades de Venezuela, (Glauca, Inamar, Venezuela 52, Acarigua, Venezuela 51, Aceitera, Maporal y Venezuela 44), utilizando almacigal de una réplica, en ambas localidades. En Bayano, debido al ataque severo de enfermedades foliares, ninguna variedad produjo semillas; esto se atribuye a la alta precipitación y humedad relativa de la región. En Río Hato, el crecimiento vegetativo y producción de la mayoría de las variedades fue bueno, destacándose la variedad Glauca que produjo el máximo rendimiento, 2,353 kg/ha. En girasol, el experimento contempló siete variedades e híbridos comerciales (Record, Issanka, Sputnik, Peredowik, Híbrido 8941, Híbrido 894 e Híbrido 896) los cuales se sembraron en Río Hato. En ambas regiones, Río Hato y Bayano, se sembró la variedad Peredowik. En el estudio de las siete variedades en Río Hato, las diferencias entre los rendimientos fue altamente significativa ($P < .01$), destacándose el Híbrido 8941 y la variedad Record, con producciones de 1,284 y 1,232 kg/ha, respectivamente. En cuanto a la variedad Peredowik, en el Bayano no se produjo semilla debido a la pudrición del tallo y manchas foliares; en Río Hato esta situación se observó, pero en menor grado, teniendo un efecto adverso sobre la producción, de 666 kg/ha. En el Bayano, se realizaron dos experimentos en maní, uno en 1975 con ocho variedades (Florigiant, N.C. Fla. 14, Altika, Tamnut, Early Runner, Star, Tifspan y Florrynner) y el otro en 1976 con siete variedades (Goldin, Altika, Starr, Florrynner, Tifspan, Tamnut y Spanhoma). En el primer experimento, en almacigal, la variedad Florigiant presentó el máximo rendimiento, 3,574 kg de grano en cáscara/ha. En el segundo trabajo, las variedades Goldin, Altika, Starr y Florrynner presentaron los mayores rendimientos, en promedio, 2,270 kg de grano en cáscara/ha. Se concluye que el ajonjolí y el maní tienen buena capacidad productiva y su desarrollo comercial reduciría parcialmente la importación de aceite. El girasol debe investigarse por mayor tiempo para comprobar si es posible obtener rendimientos mayores.

* Ph. D., Fitomejorador, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Agr. Asistente, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Agr. Asistente, Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá.

En Panamá, se importan productos alimenticios entre los que sobresalen los aceites comestibles a base de soya, semilla de algodón y otros. En 1977, se importaron 18,000 Tm de aceite crudo de soya, por un valor de 10.9 millones de balboas. Maranca y Becerra (1975) estiman que en 1985 habrá una demanda de 33,000 Tm de aceite comestible.

Del procesamiento de las oleaginosas se obtiene la torta, subproducto de la extracción del aceite, que sirve para preparar raciones para alimentación animal, en especial, monogástricos. En 1976, se importaron 4,871 Tm de harina de soya y 2,739 Tm de harina de semilla de algodón, principalmente para preparar raciones para aves, por un valor de 1.5 millones de balboas.

Es importante destacar el consumo humano de los granos tostados del ajonjolí, girasol y maní. Este último se importó en 1976, crudo, tostado y en mantequilla, por un valor de B/.340,857.00. De ese total 139,239 kg de maní crudo y 41,016 kg de maní tostado se importaron a un precio de B/.0.94 y B/.2.51 el kilogramo, respectivamente.

No existe en el país un plan de siembra de oleaginosas para el autoabastecimiento futuro, a pesar de que la producción actual de aceite comestible (a base de copra) es muy limitada. De 1960 a 1966 se sembraron 1,000 hectáreas de palma de aceite, en Icacal, provincia de Colón; esta plantación fue diezmada en un porcentaje alto por la enfermedad "pudrición del cogollo". La resiembra total se inició en 1977 con el híbrido resistente *Elaeis guineensis* x *E. melanococca*.

El cultivo comercial de las oleaginosas anuales se ha intentado en Panamá, en años anteriores. En la actualidad no se cultivan. En este trabajo se pretende dar la información existente en Panamá, a nivel de campo, de los cultivos de ajonjolí, girasol y maní.

REVISION DE LITERATURA

AJONJOLI

En Panamá, en los últimos 10 años se han realizado estudios sobre el cultivo de ajonjolí, los cuales contemplan variedades, fechas de siembra, abonamiento y otros aspectos. Cigarriista (1967), al estudiar 15 variedades introducidas de México y Venezuela, reportó como sobresalientes a las variedades Instituto No. 26 y Regional Criollo de Veracruz. Rodríguez, C. J. (comunicación personal, 1965) en Río Grande, provincia de Coclé, en un ensayo sobre épocas de siembra con las variedades Aceitera y Glauca, encontró que el rendimiento máximo fue de 1,273 kg/ha para la variedad Aceitera, cuya siembra se realizó el tres de agosto de 1965.

En varios ensayos [1] realizados en diferentes localidades del país se reportan, en general, rendimientos menores de 1,000 kg/ha. Entre éstos figuran los estudios sobre épocas de siembra (1967) y variedades (1967 y 1975) en Alanje, provincia de Chiriquí; fertilización en el Rompío (1968) y variedades en el Ejido (1974 a 1975), provincia de Los Santos. Este rendimiento bajo se atribuye al ataque de enfermedades, germinación

[1] Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Datos inéditos, archivos, 1979.

desuniforme y a siembras en épocas inapropiadas. Sin embargo, en Alanje (1973), se obtuvieron rendimientos de 1,625 y 1,562 kg/ha con las variedades Acarigua y Venezuela 44. En la provincia de Los Santos (1973), esta última variedad produjo el más alto rendimiento (1,229 kg/ha).

De 1962 a 1966, en la provincia de Los Santos, a nivel comercial, se sembraron alrededor de 200 hectáreas anuales de ajonjolí con las variedades Venezuela 1 y Venezuela 44. La única labor que se mecanizó fue la siembra, lo que elevó los gastos en mano de obra. Se obtuvieron rendimientos de 1,035 a 1,170 kg/ha (comunicación personal, Ureña G., Compañía Panameña de Aceites, Los Santos, 1979). Cigarruista (1967) indicó que los principales problemas del ajonjolí fueron la incidencia de plagas y malezas, las densidades irregulares, la maduración desuniforme por mezcla varietal de las semillas y las pérdidas en la cosecha por la dehiscencia de las cápsulas.

Los rendimientos comerciales del ajonjolí en países tropicales son inferiores a los 1,000 kg/ha y una de las principales limitantes a la aplicación de tecnología, es la falta de una variedad indehiscente, que permita la cosecha mecánica directa o que elimine la pérdida de granos si la cosecha es manual. Litzemberger (1976) informa de rendimientos de 2,000 kg/ha con variedades indehiscentes. Yermanos, D. M. (comunicación personal, 1975) indica que las variedades comerciales desarrolladas en Estados Unidos tienen una adaptación deficiente en Centro América y Venezuela, debido a que el ajonjolí presenta una marcada adaptación al fotoperíodo. Mazzani (1962), en Venezuela, reporta a la línea homocigota *id id*, de la variedad Morada, como el mejor cultivar indehiscente, el cual aún tiene problemas agronómicos que impiden obtener un alto rendimiento.

GIRASOL

Es una planta que soporta períodos de sequía y es tolerante a las variaciones de temperatura. Se cultiva extensamente en Rusia y el norte de Estados Unidos; en países tropicales, la producción a nivel comercial es más reciente, como lo es en México. Los rendimientos comerciales máximos son de 2,000 kg/ha (Litzemberger, 1976).

Arroyo, Isaza y Polanco (1971) reportan rendimientos de nueve variedades que se evaluaron en Divisa, provincia de Herrera y Las Lajas, provincia de Coclé, durante 1968 y 1969. Las variedades con mayores rendimientos fueron Record, en Divisa y Horizonte, en Las Lajas con 1,388 y 1,353 kg/ha, respectivamente.

Un grupo de 11 variedades [2] se evaluó en 1974 en dos localidades de Los Santos (Guararé y Finca 2). Los rendimientos fluctuaron desde 422 hasta 1,446 kg/ha y fueron superiores en Guararé, sobresaliendo las variedades Lenissel, Peredowik y Cedierka. En Alanje, los ensayos de variedades realizados en 1969, dieron rendimientos inferiores a los 1,000 kg/ha.

MANI

Es la oleaginosa que se llegó a cultivar en mayor superficie en Panamá. Durante el período de 1953 a 1971 se efectuaron ensayos sobre rendimiento de variedades, combate fungicida de *Cercospora*, fechas de siembra, combate de malezas con herbicidas y fertilización, en las provincias de Chiriquí, Los Santos, Herrera y Coclé. En los experimentos de variedades [2] realizados en Chiriquí y Los Santos, los rendimientos máximos de maní

[2] Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Datos inéditos. Archivos. 1979.

en cáscara fueron de 4,261 (Alanje, 1965) y 5,533 (Monagre, 1965) kg/ha, respectivamente. Entre las variedades introducidas que sobresalieron se mencionan Bessel Suisse, Spanish 15607, Starr, Española mejorada y Argentina. En cuanto a épocas de siembra, en Alanje, provincia de Chiriquí (1965) se obtuvieron los más altos rendimientos (5,005 kg/ha).

De 1958 a 1964, se sembraron hasta 800 hectáreas anuales en las provincias de Herrera, Los Santos, Veraguas y Coclé, con las variedades Española mejorada y Argentina. Los rendimientos de maní en cáscara fluctuaron desde 1,575 hasta 2,025 kg/ha. El cultivo se abandonó por dificultades para desarrollar la mecanización y ataque la enfermedad foliar *Cercospora* (Ureña, G., comunicación personal, Compañía Panameña de Aceites, 1979).

MATERIALES Y METODOS

En 1975 y 1976 se sembraron parcelas experimentales de ajonjolí, girasol y maní. Las localidades en que se sembraron fueron la finca 27, ubicada en el Proyecto Bayano, Provincia de Panamá, y el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía en Río Hato, Provincia de Coclé. La primera localidad está situada al este de la ciudad de Panamá; de septiembre a diciembre tiene una precipitación de 878 mm (promedio 1973-76, estación meteorológica de Tocumen) y el suelo es arenoso. Río Hato es una de las áreas más secas de Panamá; en los registros de lluvia (sólo existen datos de 1977) se informó de septiembre a diciembre una precipitación de 356 mm. Los suelos son de textura franco arcilloso.

Ajonjolí

Se evaluaron ocho variedades de la colección existente en el IDIAP, originarias de Venezuela, utilizando almacigal de una réplica, con parcelas de 18m² por variedad, en las dos localidades. Las variedades que se evaluaron fueron Glauca, Inamar, Venezuela 52, Acarigua, Venezuela 51, Aceitera, Maporal y Venezuela 44.

Las siembras se efectuaron el 9 y 10 de septiembre de 1976, a una distancia de 0.9 m entre hileras y 0.1 m entre plantas. Se midió el rendimiento y se anotó la ramificación de los tallos en cada variedad.

Girasol

Se sembraron siete variedades e híbridos comerciales (enviados desde la Universidad de Dakota del Norte, E.U.), en la localidad de Río Hato, en un ensayo de bloques al azar con cuatro réplicas. Los híbridos y variedades que se evaluaron fueron: Híbrido 8941, Record, Issanka, Sputnik, Peredowik, Híbrido 894 e Híbrido 896.

La siembra se efectuó el 17 de octubre de 1975. La parcela experimental era de cuatro surcos de seis metros de longitud espaciados a 0.8 m y a una distancia entre plantas de 0.25 m. Además, se sembró la variedad "Peredowik" en parcelas de 275 m²; en Río Hato, el nueve de septiembre de 1975 y en el área de Bayano, el 10 de septiembre de 1975.

Maní

En el Bayano se sembraron ocho variedades comerciales de Estados Unidos, en un almacigal, en septiembre de 1975. La semilla se obtuvo a través del Dr. A. J. Norden de la Universidad de Florida. Se sembraron las variedades Florigiant, N. C. - Fla. 14, Altika, Tamnut, Early Runner, Starr, Tifspan y Florrunner. La distancia entre hileras y entre plantas fue de 0.9 m y 0.2 m, respectivamente. Se fertilizó con 275 kg/ha de la fórmula 10-30-10.

También en el Bayano, el 3 de septiembre de 1976 se sembraron siete variedades arregladas en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, en parcelas de cuatro hileras de seis metros, espaciadas a 0.8 m y 0.2 m entre plantas. Las variedades evaluadas fueron Goldin, Altika, Starr, Florrunner, Tifspan, Tamnut y Spanhoma.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ajonjolí

Tanto en Río Hato como en Bayano, se observó una gran diferencia en el desarrollo de las variedades. En Bayano, las diferentes variedades sufrieron un ataque severo de enfermedades foliares, evitando que las plantas produjeran semillas. Esto se debió a la alta precipitación y humedad relativa de la región.

Cuadro 1. Rendimiento y características agronómicas de ocho variedades de ajonjolí. Río Hato, provincia de Coclé, 1975 ^a

Variedad	kg/ha	Observaciones
Glauca	2,353	Plantas ramificadas, 2 a 4 ramas muy vigorosas.
Inamar	1,819	Plantas ramificadas, dos ramas en el tallo principal.
Venezuela 52	1,761	Plantas con 2 a 4 ramas en el tallo principal.
Acarigua	1,581	90% de las plantas no ramificadas, 10% con 1 a 2 ramas en el tallo principal.
Venezuela 51	1,393	Plantas no ramificadas, se observó la tendencia al acame.
Aceitera	1,162	Plantas no ramificadas.
Maporal	729	Plantas con 3 a 4 ramas, achaparradas, muy susceptibles a insectos masticadores (chinillas). Cápsulas dispuestas en la mitad superior del tallo.
Venezuela 44	722	Plantas no ramificadas.

^a El periodo de siembra a cosecha fue de 105 a 125 días.

En Río Hato, el crecimiento vegetativo y producción de la mayoría de las variedades fue bueno (**Cuadro 1**), con un promedio general de 1,480 kg/ha. El máximo rendimiento se obtuvo con la variedad Glauca (2,353 kg/ha), el cual es comparable con el obtenido en los Estados Unidos, según reporta Litzenberger (1976). Las variedades Glauca, Inamar y Venezuela 52 dieron rendimientos superiores a los que se reportan en los ensayos que se efectuaron con anterioridad en Panamá. El rendimiento logrado con la variedad Acarigua fue similar al rendimiento que se obtuvo en Alanje (1973) de 1,625 kg/ha. En cambio, con la variedad Venezuela 44, el rendimiento obtenido en este estudio es inferior al obtenido en Alanje y Los Santos, en 1973.

Se encontró que las variedades con mayor ramificación fueron las que produjeron los más altos rendimientos, Glauca, Inamar y Venezuela 52. El tipo de ramificación afecta la distancia entre hileras y la producción, por lo que se sugiere que las que no presentaron una adecuada ramificación (**Cuadro 1**) y por consiguiente, un bajo rendimiento, se siembren a una distancia menor de 0.6 m para aumentar su producción. La variedad Maporal presentó una buena ramificación, pero resultó muy susceptible al ataque de insectos, lo que afectó su producción.

En este trabajo se evitó la pérdida de granos durante la cosecha, lo que aumentó los rendimientos. Ashri (1977), indica que en Venezuela estas pérdidas constituyen un problema serio, estimándose que son del orden del 30 al 50% de la producción total, debido a la dehiscencia de las cápsulas.

El cultivo de ajonjolí debe concentrarse en las áreas más secas del país, como las Provincias Centrales, ya que en las áreas de alta precipitación las manchas foliares ocasionadas por *Cercospora* son un factor limitante a la producción. Sería interesante investigar su producción durante la época seca, sembrando después de la cosecha de arroz.

Girasol

El mal desarrollo del girasol en áreas con excesiva precipitación, aún cuando el suelo tenga buen drenaje, se comprobó en el presente estudio con la siembra de la variedad Peredowik, en Bayano. Las pudriciones en el tallo y manchas foliares fueron tan severas que no hubo formación de semillas y los capítulos eran pequeños y deformes. Sin embargo, en Río Hato, la misma variedad, tuvo un desarrollo inicial vigoroso debido a la menor precipitación del área, pero cuando ésta aumentó, las pudriciones del tallo y manchas foliares fueron severas. También se observó tallos doblados y deformación de las cabezas. La variedad Peredowik produjo 666 kg/ha en Río Hato y el ciclo de siembra hasta la cosecha fue de 90 días.

En el ensayo de rendimiento en Río Hato la producción de las variedades e híbridos (**Cuadro 2**), varió de 676 a 1,284 kg/ha. Hubo un buen crecimiento vegetativo, aunque el ataque de enfermedades foliares afectó el rendimiento. Las diferencias entre los rendimientos de variedades fue altamente significativa ($P < 0.05$); sobresalieron el Híbrido 8941 y la variedad Record con 1,284 y 1,232 kg/ha, respectivamente.

Cuadro 2. Rendimiento promedio de siete variedades e híbridos de girasol. Río Hato, provincia de Panamá, 1975.

Variedad	kg/ha ^a
Híbrido 8941	1,284 a
Record	1,232 ab
Issanka	961 bc
Sputnik	913 c
Peredowik	851 c
Híbrido 894	809 c
Híbrido 896	676 c

^a Los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P > 0.05$).

A pesar de que Río Hato es una de las áreas más secas en el país, ocurren lluvias fuertes de agosto a noviembre y bajo estas condiciones, el girasol es muy afectado por las enfermedades.

El futuro del girasol en Panamá debe investigarse hacia la producción en la estación seca, con humedad residual en el suelo, sembrado después de cosechar otros cultivos como el arroz, que crece durante la estación lluviosa. Como el ciclo de cultivo del girasol es menor de 100 días, es posible que las plantas se desarrollen en ausencia de lluvias, tal como sucede con la siembra de sorgo en la provincia de Chiriquí. La investigación anterior se concentró en variedades introducidas en los Estados Unidos, por lo que es necesario evaluar una colección de variedades con una amplia variabilidad genética y de orígenes diversos. Algunos países como México y especialmente Argentina, cuentan con variedades nacionales. En México (Robles, 1977) investigó el uso del girasol como planta forrajera, con resultados positivos.

Al contrario de lo investigado en ajonjolí y maní, todavía no se reportan en Panamá altos rendimientos de girasol; esto indica que se requiere mayor investigación antes de intentar el desarrollo del cultivo a nivel comercial.

Maní

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos de las ocho variedades en el almacigal. En promedio, se obtuvo un rendimiento de 2,641 kg de grano en cáscara/ha. La variedad con menor rendimiento fue la Florrynner y la de mayor rendimiento, la Florigiant. Por el tamaño de la parcela experimental, estos datos son considerados preliminares.

Cuadro 3. Rendimiento de ocho variedades de maní (grano en cáscara) sembradas en alinacigal. Bayano, provincia de Panamá, 1975 ^a

Variedad	Area Sembrada, m ²	kg/ha	Tipo de planta
Florigiant	10	3,574	Virginia
N. C. -Fla. 14	10	2,890	Virginia
Altika	10	2,869	Virginia
Tamnut	13	2,664	Español
Early Runner	16	2,606	Virginia
Starr	10	2,379	Español
Tifspan	17	2,080	Español
Florrunner	150	2,071	Virginia

^a El período de siembra a cosecha fue de 125 a 140 días.

En el Cuadro 4 se indican los rendimientos obtenidos con las otras siete variedades. Goldin, Starr y Florrunner tuvieron mayores rendimientos, significativamente diferentes de las tres variedades restantes ($P < 0.05$).

Cuadro 4. Rendimiento promedio de siete variedades de maní (grano en cáscara) en ensayo replicado. Bayano, provincia de Panamá, 1976 ^a

Variedad	kg/ha
Goldin	2,548 a
Altika	2,272 ab
Starr	2,250 ab
Florrunner	2,011 ab
Tifspan	1,654 bc
Tamnut	1,174 cd
Spanhoma	892 d

^a Los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ($P > 0.05$).

Las variedades Goldin, Starr y Florrunner son variedades comerciales en Estados Unidos, siendo esta última la más importante. Altika fue desarrollada por la Universidad de Florida (Dr. A. J. Norden) en un programa cooperativo con el gobierno de Guyana.

El potencial de estas variedades es aún mayor, como lo sugieren los datos del almáigal o los de ensayos en años anteriores, en varias localidades de Panamá; un rendimiento de 2,500 kg/ha de maní en cáscara, en producción comercial, es satisfactorio. Romero (1974) reporta un rendimiento promedio de 3,662 kg/ha, al evaluar diez variedades similares a las de este estudio, en seis localidades en Honduras y Nicaragua.

Los resultados obtenidos en los suelos arenosos de la finca 27, en el Bayano, indican que estos fueron apropiados para el cultivo de maní. Una de las ventajas de este cultivo es que prospera en suelos de baja fertilidad y tolera precipitación alta, siempre que el suelo tenga buen drenaje. El ataque de *Cercospora* al follaje es muy común y se combate con aplicaciones de fungicidas. De 1975 a 1978, en el Bayano no se observaron ataques severos de este hongo.

Todas las variedades de maní que se evaluaron fueron desarrolladas en Estados Unidos para consumo humano (tostado, en confitería o en mantequilla), pero ya que su contenido de aceite para preparar la mantequilla de maní, debe ser de 45 a 50 por ciento, también resultan apropiadas para extracción de aceite (Comunicación personal, Norden, A. J. 1976). En Panamá, resulta de mayor ventaja la producción de maní tostado, puesto que el valor del grano importado (B/.0.94/ kg) haría su cultivo más atractivo al productor.

CONCLUSIONES

1. Los resultados experimentales indican que el maní y ajonjolí pueden cultivarse comercialmente en Panamá, ya que se obtuvieron rendimientos hasta de 2,353 kg/ha en ajonjolí y 2,548 kg/ha de maní en cáscara, con las variedades Glauca y Goldin, respectivamente. Estos rendimientos se comparan favorablemente con los obtenidos en países con adecuada producción comercial.

La producción del maní para consumo humano, en forma de grano tostado o en confitería, sería más atractiva para el agricultor, debido a su mayor precio, que si se produjera para extracción del aceite.

2. Los rendimientos de girasol que se obtuvieron en este estudio, y los reportados por otros investigadores, son bajos. Este cultivo deberá evaluarse experimentalmente por varios años, antes de recomendar la siembra comercial.
3. Es necesario desarrollar programas de investigación continuos, para fomentar el cultivo del maní y ajonjolí. La siembra de estas oleaginosas permitiría reducir la importación de aceites comestibles que alcanza sumas elevadas en la actualidad.

ABSTRACT

A series of trials were conducted during 1975-76 to test different varieties of sesame, sunflower and peanuts in Rio Hato and Bayano regions. In the case of sesame, eight Venezuelan varieties were tested (Glauca, Inamar, Venezuela 52, Acarigua, Venezuela 51, Aceitera, Maporal and Venezuela 44), in plots with one replicate, in each of the two regions. In Bayano, due to the severe attack of leaf diseases, none of the varieties yielded seeds. This could be conditioned by the high precipitation and relative humidity of the region. In Rio Hato, vegetative growth and production of most varieties were good. The Glauca variety was the best. In the case of the sunflower, seven different varieties and

commercial hybrids were tested in Rio Hato (Record, Issanka, Sputnik, Peredowik, Hibrido 8941, Hibrido 894, Hibrido 896). In both regions, Rio Hato and Bayano, the variety Peredowik was planted. In Rio Hato, there were significant differences among the seven varieties tested ($P < .01$). The varieties Hibrido 8941 and Record were the best with productions of 1,284 and 1,232 kg/ha, respectively. The variety Peredowik in Bayano, did not produce seeds due to the rotting of the stalk and spotted leaves. In Rio Hato, the same condition was observed, but to a lesser extent, having affected the yield, which was 666 kg/ha.

In Bayano, two experiments were conducted to test different varieties peanuts. The first was in 1975, in which eight different varieties were tested (Florigiant, N. C. Fla. -14, Altika, Tamnut, Early Runner, Starr, Tifspan y Florrynner). The second was conducted in 1976 with seven different varieties (Goldin, Altika, Starr, Florrynner, Tifspan, Tamnut and Spanhoma). In the first experiment, the Florigiant variety showed the best yield, 3,754 kg of peanuts/ha. In the case second experiment, the varieties Goldin, Altika, Starr and Florrynner showed the best yields. On the average they produced 2,270 kg of peanuts/ha.

It was concluded that sesame and peanuts have a good production potencial and their commercial production would be very venefitial to Panama because their oil yield could reduce oil imports.

AGRADECIMIENTO

La enumeración de investigadores que reportaron información consultada para preparar este artículo sería demasiado extensa.

Para ellos nuestro reconocimiento a su labor. Agradecemos las comunicaciones personales que se obtuvieron y la colaboración entusiasta de los Ings. Luis C. Salazar y Gabriel von Lindeman, para realizar estos estudios.

BIBLIOGRAFIA

- ARROYO, M. A. de; ISAZA, C. y POLANCO, I. A. de. Resultados preliminares de investigación en oleaginosas, girasol y soya. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Panamá. Boletín Técnico no. 15. 1971. 10 p.
- ASHRI, A. Oilseed consultancy to Honduras, Mexico, Panama, Peru and Venezuela. FAO, Crop Production and Protection Division. 1977. 71p.
- CIGARRUISTA, C. O. Asesoramiento técnico a los productores de ajonjolí en la zona de Azuero. Ministerio de Agricultura, Comercio e Industria, Zona 3, Azuero, Panamá. Informe Mimeografiado. 1967. 10p.
- LITZENBERGER, S. C. Guía para cultivos en los trópicos y los subtrópicos. Agencia para el Desarrollo Internacional, Centro Regional de Ayuda Técnica, México. 1976. 210p.

- MARANCA, G. y BECERRA, F. Posibilidades de producción de aceites vegetales en Panamá. Proyecto de planificación del desarrollo agrícola. Gobierno de Panamá. 1965. 70p.
- MAZZANI, B. Mejoramiento del ajonjolí en Venezuela. Ministerio de Agricultura y Cría, Venezuela. 1962. 127p.
- ROBLES SANCHEZ, R. Girasol (*Helianthus annuus* L.). Tecmon-51 primera variedad para forraje formada en México. Agronomía no. 177-178.. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 1977. 15p.:
- ROMERO, J. Soya y maní: pruebas regionales 1974. Departamento de Investigaciones Agrícolas Tropicales. La Lima, Honduras. 1975. 32p.

PRODUCTIVIDAD DE CUATRO GRAMINEAS TROPICALES BAJO TRES NIVELES DE NITROGENO EN PANAMA. I. PRODUCCION DE CARNE BOVINA*

Carlos M. Ortega ** y Claudio Samudio***

Se estudió la producción de carne de las gramíneas tropicales Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Hemartria (*Hemarthria altissima*, Stapf et C.E. Hubb), Estrella Africana cv. Costa Rica (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst) y Táner (*Brachiaria* spp.) bajo fertilización fosfato-potásica uniforme (100 kg de K₂O y 100 kg de P₂O₅/ha/año) y tres niveles de N (150, 300 y 450 kg/ha/año) empleándose novillos Cebú en rotación de 21 días de pastoreo y 21 días de descanso y un sistema de carga variable; la producción de carne mostró diferencias altamente significativas ($P < .01$) entre especies, años y épocas dentro de años; la hierba Hemartria alcanzó la mayor producción pero no fue significativamente ($P > .05$) diferente a las hierbas Estrella y Pangola, mientras la Táner resultó inferior. Se concluyó que estas gramíneas pueden producir un mínimo de 600 a 1,000 kg de carne/ha/año bajo manejo intensivo, sin suplementación energética o proteica.

Entre las gramíneas introducidas a Panamá se destacan por su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelo y clima, las especies Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Hemartria P.I. 299995 [*Hemarthria altissima*, (Poir) Stapf et C.E. Hubb], Estrella Africana cv. Costa Rica (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst) y Táner (*Brachiaria radicans*, Napper).

El potencial productivo de algunas gramíneas, medido en términos de ganancia de peso vivo por hectárea, ha sido estudiado en varios países tropicales, bajo condiciones variables. En Puerto Rico, Caro Costas y col. (1973) sometieron las gramíneas Estrella y Pangola a pastoreo durante dos años, con aplicaciones anuales de 2.2 toneladas por hectáreas de la fórmula completa 14-4-10 y obtuvieron rendimientos de carne de 1.51 Tm/ha con ganancias diarias de peso de 0.60 y 0.49 kg por cabeza en Estrella y Pangola, respectivamente. La capacidad de carga fue de 7.4 novillos/ha en Estrella y 6.5 novillos/ha en Pangola.

Caro y Costas y col. (1972) encontraron que en la región húmeda montañosa de Puerto Rico, la hierba Pangola respondió favorablemente en términos de ganancia de peso, capacidad de pastoreo y económicamente a niveles de abonamiento de hasta 2,695 kg/ha de la fórmula 14-4-10 anualmente. La capacidad de pastoreo fue equivalente a cinco novillos de 273 kg cada uno por hectárea, produciendo un aumento de peso de 978 kg/ha anualmente, durante dos años consecutivos del pastoreo. Este aumento fue equivalente a 0.54 kg/animal/día.

* Trabajo presentado en la VI Reunión Anual de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), La Habana, Cuba. Diciembre, 1977.

** Ing. Agr., Agrostólogo, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Agr., Asistente, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

Se estudió el efecto de tres sistemas de pastoreo y dos cargas animales sobre la producción de carne en hierba Pangola sin riego y fertilizada con 300, 100 y 85 kg/ha de N, P y K respectivamente; Delgado y Alfonso (1975) encontraron que el sistema de pastoreo no afectó el desempeño animal. Hubo una disminución de la ganancia diaria por animal y un aumento en la producción de carne/ha al aumentar la carga animal de 3.5 a 5.0 novillos/ha.

Evans (1970) en Australia, encontró que la Pangola fertilizada con 448 kg de N/ha produjo ganancias de peso de más de 1,200 kg/ha/año, al emplear carga animal de 7.4 cabezas/ha.

En Gualaca, Ortega y Espinosa (1976) compararon la producción de carne de las hierbas Pangola y Faragua [*Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf]. La fertilización utilizada fue de 91 kg de P_2O_5 /ha/año y 91 kg de N más 91 kg de P_2O_5 /ha/año; los autores encontraron que la producción de peso vivo por hectárea resultó 49% superior en Pangola. En promedio, el pasto faragua mantuvo 1.97 novillos en comparación con 2.33 novillos/ha/año, en Pangola.

Vicente-Chandler y col. (1974) en Puerto Rico, encontraron que praderas de Estrella respondieron bien, en términos de producción de carne y capacidad de carga, a las aplicaciones de hasta 3,180 kg/ha de fertilizante 15-5-10. Zañartu (1975), en un estudio sobre el efecto de la presión de pastoreo y la fertilización nitrogenada sobre la producción de carne, en hierba Estrella, encontró que aumentos en la disponibilidad de forraje se reflejaban en aumentos en la producción, llegando al máximo de 6.4 kg de carne/ha/día con disponibilidad de 4.9 kg de MS/100 kg de peso vivo y dosis de nitrógeno de 1,298 kg/ha.

El efecto de tres niveles de fertilización sobre la productividad de la hierba Estrella fue estudiada por Caro-Costas y col. (1976) en la región húmeda montañosa de Puerto Rico. La hierba respondió favorablemente en términos de ganancia de peso y capacidad de pastoreo según se aumentaron los niveles de abonamiento de 1,792 a 3,136 a 4,480 kg/ha/año de la fórmula 15-5-10. La aplicación de 3,136 kg/ha/año produjo 1,337 kg/ha de aumento de peso anualmente, alcanzando una capacidad de pastoreo equivalente a 6.8 novillos de 273 kg/ha. El aumento de peso promedio fue de 0.61 kg/cabeza/día el cual no fue afectado por el abonamiento. En otro trabajo, dichos autores (1976b) compararon las hierbas Congo (*Brachiaria ruziziensis*, Germain et Everard), Estrella y Pangola bajo condiciones de alta fertilización. La hierba Estrella produjo mayores ganancias de peso (1427 kg/ha/año) y tuvo una mayor capacidad de pastoreo (7.28 novillos de 273 kg/ha/año) que las hierbas Congo y Pangola.

Las hierbas Hemartria y Tánér son de uso reciente y no hay información de su productividad en el Istmo Centroamericano. La hierba perenne glabra *Hemartria altissima* es de amplia adaptación y posee características agronómicas que contribuyen a su valor como especie forrajera (Oakes, 1973). Se caracteriza por su agresividad, habilidad para competir, tasa rápida de crecimiento y recobro, al ser defoliada. Tolera sequías y frío; soporta inundación temporal, pastoreo y pisoteo intensos y es altamente apetecida por el ganado. Killinger (1971) informa sobre su valor potencial en Florida, y ciertas introducciones se han evaluado agronómicamente en Hawaii, Florida y Puerto Rico; la evaluación de esta hierba bajo pastoreo se ha estado efectuando ya en Guadalupe y Panamá.

La hierba Táner es una especie estolonífera, perenne y vigorosa, capaz de producir una cobertura densa de hasta 1 m de altura. Sotomayor-Ríos y col. (1970) reconocieron en ella características agronómicas deseables como especie forrajera en parcelas experimentales de varias localidades de Puerto Rico. No obstante, se ha informado sobre efectos tóxicos en animales que pastaron en potreros de hierba Táner. En 1970, Andrade, Peregrino y Aguilar (1971) en Brasil, observaron envenenamiento y muerte de ganado vacuno; los síntomas aparecían entre 8 y 37 días de iniciado el pastoreo, recobrándose los animales cuando se cambiaron a potreros libres de hierba Táner. Experimentos posteriores (Andrade, Retz y Velloso, 1971; Andrade, Retz y Moreno, 1971) mostraron que el efecto tóxico se debía al contenido de nitratos del pasto. Análisis químicos efectuados inmediatamente después del envenenamiento mostraron que el contenido de nitratos del pasto Táner era de 0.55 a 0.90% (equivalente a KNO_3), significativamente superiores a los encontrados en *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria brizantha*, que fueron de 0.025, 0.037 y 0.058%, respectivamente.

Rosengeld, Reichman y Andrade (1971) definieron el efecto tóxico de la hierba Táner en ganado vacuno joven como debido al envenenamiento por nitrato en el pasto al ser transformados en nitritos durante la digestión. Sin embargo, Andrade y col. (1972) concluyeron que la ocurrencia de metahemoglobinuria en animales afectados sugiere la presencia de algún otro principio tóxico, aparte de los nitratos.

En Panamá, Ríos (1973) estudió los efectos tóxicos del pasto Táner en bovinos de diferentes estados fisiológicos, bajo pastoreo continuo durante 42 días y concluyó que el pasto Táner sólo produce una alteración en la coloración de la orina y que ella no se debe a la presencia de sangre. No obstante, sugirió continuar estudios para determinar posibles efectos tóxicos subclínicos.

Los resultados obtenidos de la fertilización nitrogenada en praderas de gramíneas tropicales indican que su viabilidad económica en un sistema de producción de carne, es factible en regiones donde la falta de lluvias raramente limita el crecimiento del pasto.

Considerando que diferentes gramíneas, aún dentro del mismo género, no responden de igual manera a las altas aplicaciones del nitrógeno (Salette, 1970), el presente trabajo se orientó hacia la evaluación del potencial productivo de las cuatro gramíneas citadas en términos de producción de carne, estudiar su respuesta a la fertilización y observar los efectos del pastoreo en la composición botánica de las praderas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro Experimental de Gualaca, del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, el cual se encuentra ubicado a 33 msnm, aproximadamente a $8^{\circ} 30' 20''$ de latitud norte y $82^{\circ} 10' 10''$ de longitud occidental. La precipitación promedio anual es de 4,000 mm. Los promedios mensuales de temperatura varían de 24° a 26°C , con temperaturas máximas promedios de 28° a 32°C y temperaturas mínimas promedio de 19° a 21°C . La humedad relativa varía desde 36% en febrero y marzo hasta 57 a 61% en la estación lluviosa.

El suelo es franco-arcilloso, latosólico, color rojo, de origen mixto basáltico y andesítico, característico de extensas áreas de Panamá. Posee buena estructura y drenaje. Las características químicas están descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características químicas del suelo de las parcelas experimentales.

Elemento	Contenido
P	0 - 25 ppm
K	35 - 40
Ca	280 - 400
Mg	75 - 85
CIC ^a	25 - 30 meq/100 g
Materia orgánica	5.0%
pH	5.0 - 5.2

^a CIC = Capacidad de intercambio catiónico

Las gramíneas en estudio fueron Pangola, Estrella, Hemartria y Táner, las cuales se fertilizaron cada una con niveles de 150, 300 y 450 kg de N/ha/año. Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo de bloques al azar en dos repeticiones. La superficie de una hectárea por tratamiento fue subdividida en cuatro parcelas de 1/4 de hectárea cada una.

La hierba Pangola, por ser de anterior introducción, se tomó como testigo para comparar la productividad de las otras especies. La siembra de las parcelas se hizo de mayo a agosto de 1972. Antes de iniciar el experimento, las praderas se segaron dos veces (enero y septiembre de 1973) a una altura de 10 a 15 cm. Se efectuó también una aplicación base de fósforo (superfosfato triple, 46% de P_2O_5) y de potasio (muriato de potasio, 60% de K_2O), en proporción de 100 kg/ha/año de cada uno, en una sola aplicación al iniciar el primer año. Durante el segundo año, esta aplicación se redujo a 80 kg de P_2O_5 y 80 kg de K_2O /ha/año. Las dosis anuales de nitrógeno (nitrato amónico, 33.5% de N) fueron compartidas en nueve aplicaciones similares, que se efectuaron al finalizar cada ciclo de pastoreo de 6 semanas.

Se utilizaron novillos Cebú en un sistema de pastoreo alterno, de 21 días de pastoreo y 21 días de descanso. Se empleó un sistema de carga variable en la forma descrita por Mott (1967), con cuatro animales "testigo" por tratamiento (dos novillos y dos toretes) a través del período experimental. La carga se ajustó mediante muestreos periódicos del forraje disponible, asignándose inicialmente la cantidad de 700 kg de material verde por novillo. Los animales "flotantes" fueron de características muy similares a los "testigo". Cada año se utilizaron diferentes animales; durante el primer año el peso inicial fue de 250 kg y durante el segundo año, de 222 kg. Los animales tuvieron libre acceso al agua y a una mezcla comercial de sal y minerales. Cada seis semanas, al pesarlos, fueron sometidos a control de ecto y endoparásitos.

La evaluación se efectuó durante dos años, de octubre de 1973 a octubre de 1975. El análisis estadístico se realizó como un factorial, combinando tratamientos con épocas dentro de años. La utilidad por kg de N aplicado se determinó dividiendo la diferencia valor del producto menos valor del insumo, entre los kg de N aplicados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ganancia de peso diarias

Los aumentos diarios de peso reflejan la calidad nutricional del forraje consumido por el animal en pastoreo (Cuadro 2).

Se encontraron diferencias significativas ($P < .05$) entre especies, entre años y entre épocas dentro de años, pero no entre dosis de nitrógeno. La hierba Hemartria produjo las mejores ganancias diarias (0.511 kg) pero no difirió de las hierbas Estrella (0.473 kg) y Pangola (0.446 kg). Esta última no fue significativamente diferente de la hierba Táner, que produjo las menores ganancias (0.341 kg).

Las diferencias entre especies pueden asociarse a factores morfológicos, fisiológicos y de composición química que determinan no sólo la aceptabilidad y consumo, sino también la digestibilidad y aprovechamiento por parte del animal en pastoreo.

El promedio de ganancia diaria para todas las especies en el primer año (0.490 kg) fue significativamente ($P < .05$) superior al del segundo año (0.393 kg). El promedio de las dos estaciones lluviosas (0.601 kg) fue significativamente ($P < .05$) superior al de la de las dos estaciones secas (0.061 kg).

Durante la época seca no solamente disminuye la cantidad de forraje producido por las gramíneas tropicales, sino también su calidad nutricional. Ello explica las ganancias de peso superiores obtenidas durante las dos estaciones lluviosas en comparación con las secas.

Las mayores ganancias diarias del primer año fueron consecuencia principalmente de una precipitación pluvial normal en el área, especialmente de su distribución durante la época seca. Desde el mes de diciembre hasta el mes de febrero, la precipitación fue de 53.2 mm, por lo cual el crecimiento del pasto no fue seriamente afectado y se produjeron ganancias de peso en todos los tratamientos a través de la época seca.

Durante el segundo año, la distribución de las lluvias en el período seco fue irregular, produciéndose solamente 7.12 mm desde el mes de diciembre hasta el mes de febrero. Ello desmejoró notablemente la cantidad y calidad del forraje, produciéndose pérdidas de peso vivo en todos los tratamientos a través del verano. Además, las parcelas de pasto Táner, especialmente las fertilizadas con las dosis altas de nitrógeno, tendieron a desaparecer.

También fueron significativas las interacciones año por especies, épocas por especies, épocas por año, y especies por niveles de nitrógeno. Las dos primeras muestran que las hierbas Hemartria y Estrella produjeron mejores ganancias de peso vivo durante el primer año, así como también en las épocas secas y lluviosas, al compararlas con las especies Pangola y Táner. La interacción épocas por año muestra que todas las especies produjeron mayores ganancias de peso durante las estaciones lluviosas, mientras la interacción especies por niveles de nitrógeno muestra que las hierbas Hemartria y Estrella produjeron mayores ganancias de peso al incrementarse la dosis de nitrógeno, que las especies Pangola y Táner.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la ganancia de peso diaria (kg/animal/día).

AÑOS	EPOCAS ^a	PANGOLA kg de N/ha			ESTRELLA kg de N/ha			TANER kg de N/ha			HEMARTRIA kg de N/ha			Promedio (\bar{X}) de épocas por año
		150	300	450	150	300	450	150	300	450	150	300	450	
1	SECA	.363	.381	.339	.446	.396	.466	.323	.379	.359	.351	.426	.421	.387
	LLUVIOSA	.430	.518	.436	.484	.509	.502	.480	.461	.398	.563	.622	.564	.497
	\bar{X} ANUAL	.429	.500	.428	.493	.497	.517	.455	.461	.409	.537	.595	.554	.490 a
2	SECA	-.264	-.507	-.332	-.160	-.184	-.261	-.070	-.161	-.635	-.328	-.158	-.164	-.250
	LLUVIOSA	.824	.560	.785	.775	.761	.800	.438	.540	.589	.615	.849	.920	.720
	\bar{X} ANUAL	.479	.248	.588	.424	.434	.472	.219	.239	.189	.287	.514	.554	.393 b
\bar{X} de Ni- veles por épocas	\bar{X} SECA	.049	-.063	.003	.143	.106	.102	.126	.109	.138	.011	.134	.128	.061 a
	\bar{X} LLUVIOSA	.627	.539	.611	.629	.635	.651	.459	.500	.494	.589	.735	.742	.601 b
PROMEDIO DE LOS DOS AÑOS		.453	.391	.494	.459	.465	.496	.344	.360	.320	.421	.557	.554	.445
PROMEDIO POR ESPECIE		.446		.473			.341			.511			.511	
		AB		A			B			A			A	

^a Época seca = 126 días; época lluviosa = 252 días

ab = Valores con una letra en común no difieren significativamente ($P > .05$)

AB = Valores con una letra en común no difieren significativamente ($P > .05$)

Carga animal

La carga animal es considerada como expresión de la cantidad de forraje producido en una pradera y como uno de los factores determinantes de la productividad animal. Esta mostró diferencias significativas ($P < .05$) entre años y entre épocas dentro de años (Cuadro 3). También fueron significativas las interacciones años por especies y épocas por especies.

Durante el primer año, el promedio de carga animal por tratamiento fue superior en un 12 por ciento al promedio del segundo año. El promedio de las dos estaciones lluviosas fue superior en 11 por ciento, respecto a las estaciones secas. Las diferencias entre años se atribuyen principalmente al efecto del intenso y prolongado período seco que afectó la disponibilidad y calidad del forraje durante el segundo año. El mantenimiento de la carga animal mínima (3.99 animales/ha) durante la segunda época seca, se reflejó en una disminución de la capacidad de carga de las praderas en la época lluviosa subsiguiente.

La interacción años por especies indicó que todas las especies tuvieron una capacidad de carga mayor durante el primer año. La disminución en el segundo año fue menor en la hierba Estrella y mayor en la hierba Táner.

La interacción épocas por especies mostró que todas las especies soportaron mayor carga animal promedio durante la época lluviosa. Aparentemente, las especies no difirieron en su capacidad de carga promedio en dos años, a pesar que demostraron distintos grados de productividad animal. Se infiere que el sistema de manejo empleado, con ciclos de uso de 42 días, pudo modificar la respuesta de todas las gramíneas en términos de capacidad de carga.

El promedio general de carga animal para todos los tratamientos fue de 4.15 novillos de 350 kg de peso/ha/año. Este resultó bastante similar al obtenido por Caro-Costas y col. (1972) utilizando hierba Pangola y a la obtenida por Delgado y Alfonso (1975) en Pangola sin riego y fertilizada. Por otro lado, fue superior a la obtenida por Ortega y Espinosa (1976) en hierba Pangola con fertilización nitrogenada y sin riego, e inferior a la obtenida por Evans (1970) en Australia, utilizando la misma especie forrajera. También fue inferior a la obtenida por Caro-Costas y col. (1973; 1978) en Puerto Rico, con las especies Pangola y Estrella.

Producción de carne por hectárea

Es la expresión conjunta de las ganancias diarias de peso y la carga animal. La producción de carne por hectárea mostró diferencias ($P < .05$) entre especies, entre años, y entre épocas dentro de años (Cuadro 4).

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la capacidad de carga (animales/hectárea/año).

AÑOS	EPOCAS	PANGOLA kg de N/ha			ESTRELLA kg de N/ha			TANER kg de N/ha			HEMARTRIA kg de N/ha			Promedio (X̄) de épocas por años
		150	300	450	150	300	450	150	300	450	150	300	450	
1	SECA	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.80	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81	3.81
	LLUVIOSA	4.90	4.92	4.94	4.89	4.86	5.11	4.92	5.15	5.31	5.36	5.04	5.27	5.06
	\bar{X} ANUAL	4.35	4.36	4.37	4.35	4.33	4.45	4.36	4.48	4.56	4.58	4.42	4.54	4.43 a
2	SECA	4.12	3.05	2.44	4.86	4.57	4.07	4.42	4.39	3.30	4.11	4.17	4.45	3.99
	LLUVIOSA	4.22	3.58	4.02	4.24	4.30	4.30	3.30	3.10	3.25	3.86	4.10	4.10	3.85
	\bar{X} ANUAL	4.09	3.31	3.13	4.45	4.41	4.12	3.93	3.70	3.10	3.98	4.09	4.20	3.88 b
\bar{X} de Ni- veles por épocas	\bar{X} SECA	3.96	3.43	3.12	4.33	4.19	3.93	4.11	4.10	3.55	3.96	3.99	4.13	3.90 a
	\bar{X} LLUVIOSA	4.48	4.25	4.38	4.46	4.56	4.64	4.18	4.08	4.11	4.61	4.52	4.61	4.41 b
PROMEDIO DE DOS AÑOS		4.22	3.84	3.75	4.39	4.37	4.28	4.14	4.09	3.83	4.28	4.25	4.37	4.15
PROMEDIO POR ESPECIE		3.94			4.35			4.02			4.30			
		A			A			A			A			

ab = Valores con una letra en común no difieren significativamente (P > .05)

AB = Valores con una letra en común no difieren significativamente (P > .05)

Cuadro 4. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de carne (kg/ha/año)

AÑOS	EPOCAS	PANGOLA kg de N/ha		ESTRELLA kg de N/ha		TANER kg de N/ha		HEMARTRIA kg de N/ha		Promedio (X̄) de épocas por años				
		150	300	450	150	300	450	150	300		450			
1	SECA	174	183	163	214	190	223	155	182	172	169	205	202	186
	LLUVIOSA	531	642	543	596	623	646	595	598	533	760	790	749	634
TOTAL ANUAL		705	825	706	810	813	869	750	780	705	929	995	951	820a
2	SECA	-137	-195	-102	-98	-106	-134	-39	-89	-264	-170	-83	-92	-126
	LLUVIOSA	878	505	795	812	830	869	365	423	486	602	878	950	699
TOTAL ANUAL		741	310	693	714	724	735	326	334	222	432	795	858	574b
X̄ SECA		18	-6	30	58	42	44	58	46	-46	—	61	55	30a
X LLUVIOSA		705	573	669	704	726	758	480	511	509	681	834	849	668b
PROMEDIO TO- TAL DE DOS AÑOS		723	567	699	762	768	802	538	557	463	681	895	904	698
PROMEDIO POR ESPECIE		663		777		519		827		A		B		A

ab = Valores con una letra en común no difieren significativamente (P > .05)

AB = Valores con una letra en común no difieren significativamente (P > .05)

La interacción épocas por año, también fue significativa. La hierba Hemartria produjo las mayores ganancias de peso vivo por hectárea/año, pero no fue diferente ($P > .05$) de las hierbas Estrella y Pangola. Esta última no difirió ($P > .05$) de la hierba Táner, que rindió la menor producción.

La producción de carne promedio para todos los tratamientos durante el primer año fue superior en un 30 por ciento a la del segundo año. La disminución durante el segundo año fue mayor en la hierba Táner (55%) y menor en la hierba Estrella (20%). Ello fue consecuencia de mejores ganancias diarias promedio (Cuadro 2) y de una mayor capacidad de carga (Cuadro 3) durante el primer año, en comparación con el segundo.

La producción de carne de todas las especies fue superior en las dos estaciones lluviosas. Mientras en la estación seca del primer año se obtuvieron ganancias de peso en todos los tratamientos, ocurrió lo contrario durante la estación seca del segundo año. Esto último fue ocasionado por factores climáticos y de manejo mencionados anteriormente.

Debido a las ganancias de peso compensatorio obtenidos después del segundo período seco, las ganancias de peso por hectárea por tratamiento fueron superiores en un 10 por ciento durante la segunda estación lluviosa en comparación con la primera.

La magnitud de la producción obtenida durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca, indica que en la primera es posible utilizar bajo condiciones similares a los de Gualaca, una carga animal de hasta cinco cabezas por hectárea sin ocasionar efectos perjudiciales en las praderas y producir un mínimo de 1000 kg de carne por hectárea por año. Esa producción podría ser mayor si fuera económicamente factible utilizar riego durante el verano.

Resultados económicos

La utilidad económica bruta por kg de nitrógeno aplicado fue mayor al nivel de 150 kg de N/ha/año para todas las especies y menor al nivel de 450 kg de N/ha/año (Cuadro 5).

Cuadro 5. Utilidad por kg de nitrógeno aplicado (1Balboa : US \$) ^a

	NIVEL DE NITROGENO, kg			Promedio (\bar{X}) de especies
	150	300	450	
Pangola	2.12	0.51	0.33	0.99
Estrella	2.26	0.88	0.45	1.20
Táner	1.44	0.49	0.04	0.66
Hemartria	1.96	1.11	0.59	1.22
Promedio (\bar{X}) de niveles	1.94	0.75	0.34	

^a Calculado solamente en base al precio del kg de N(B/.053) y al precio de kg de peso vivo (B/.055)

El promedio de las especies para todos los niveles de nitrógeno fue mayor en las hierbas Hemartria y Estrella y menor en Pangola y Táner. Las especies Hemartria y Estrella produjeron mayores utilidades económicas por kg de nitrógeno aplicado que la Pangola y la Táner, a niveles de fertilización de 300 y 450 kg de N/ha/año.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Todas las especies evaluadas, con excepción de la hierba Táner, pueden producir un mínimo de 600 hasta 1,000 kg de carne/ha/año, bajo condiciones de manejo semi-intensivo, sin ninguna suplementación energética o proteica, y un régimen de lluvias de tipo tropical monzónico como el imperante en la vertiente del Pacífico de Panamá.
2. Sistemas de producción de carne de tipo intensivo o semi-intensivo en el área, se beneficiarían al utilizar gramíneas como la Hemartria, Estrella y Pangola, las cuales responden bien a la fertilización, son persistentes bajo pastoreo y de gran resistencia a la sequía.
3. El nivel de fertilización nitrogenada puede consistir de un mínimo de 150 kg de N/ha/año, con fertilización fosfato-potásica base que asegure un suministro adecuado de estos elementos en base al análisis del suelo.
4. La fertilización durante la época seca conviene realizarla sólo si se dispone de suficiente humedad en el suelo que asegure una adecuada absorción de nutrientes.
5. El nivel económico óptimo de fertilización dependerá principalmente del costo de los insumos y del valor del producto en un momento dado.
6. El manejo del pastoreo puede comprender períodos de descanso no menores de 21 días a fin de obtener buena cantidad y calidad del forraje. La duración del período de pastoreo de las praderas individuales dependerá de la intensidad con que se maneje la explotación.
7. Aunque los toretes testigo ganan en promedio 10% más peso que los novillos testigo, su utilización bajo condiciones de pastoreo estaría indicada para hatos que practiquen buen manejo y produzcan carne para mercados donde no se discrimine el producto.
8. Aunque la carga animal mínima durante la época lluviosa puede mantenerse en cinco cabezas por hectárea, se recomienda disminuirla durante la época seca, de acuerdo a la disponibilidad y calidad del forraje y a la intensidad de la sequía. Si se dispone de riego la mencionada carga animal podría mantenerse sin mucha dificultad a través del año.
9. Se sugiere continuar la investigación sobre la mortalidad que ocurrió en las praderas de pasto Táner durante la segunda época seca, ya que esta especie se ha diseminado ampliamente en nuestro país. Es probable que factores morfológicos o fisiológicos de la especie la inhabiliten para resistir defoliaciones más o menos severas durante la época seca, o la hagan más susceptible a los ataques de nemátodos y otros organismos parasitarios de otras especies forrajeras.
10. Bajo las condiciones climáticas, de suelo y de manejo del pastoreo en que se realizó el estudio, hay evidencias de que la vida productiva de las praderas de pastos mejorados en Panamá puede prolongarse hasta un mínimo de 10 años.

ABSTRACT

A study was conducted to measure beef production on four tropical grasses: Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), Hemarthria (*Hemarthria altissima*, Stapf et C.E. Hubb), African Stargrass (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) and Tanner (*Brachiaria* spp). A uniform basal P-K fertilization was used (100 kg of K_2O and 100 kg P_2O_5 /ha/year). Three levels of N were used (150, 300 and 450 kg/ha/year). Zebu steers were used in an alternate grazing system with a 42 days cycle with variable stocking rates. There were highly significant differences in beef production ($P < .01$) between species, years and periods within years. Hemarthria grass reached the highest production but it was not different ($P > .05$) from those of African stargrass and Pangola grass. Tanner grass showed the lowest production. It was concluded that 600-1,000 kg of beef/ha/year could be produced on any of these four grasses under intensive management without energy or protein supplementation.

AGRADECIMIENTO

En la ejecución del presente trabajo, se agradece al Dr. Santiago Ríos A., Director del Centro Experimental de Gualaca, la cooperación brindada en materiales, animales e instalaciones.

Al Dr. Gustavo Cubillos, del IICA, por la asesoría técnica en la conducción final y análisis de datos experimentales.

Al personal del Centro Experimental de Gualaca, por su valiosa ayuda en las labores de campo.

A las secretarias del Centro Experimental de Gualaca, Sra. Ibsa O. de González y Srta. Gladys Batista, nuestro reconocimiento por el trabajo mecanográfico realizado.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, S.O.; FIGUEREIDO, A.L. y NOTHENBERG, M.S. Studies of grass showing low nitrate content on sheep, cows and horses. *Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)* 39 (4):257-261. 1972.
- ; PEREGRINO, C.J.B. y AGUILAR, A.A. Estudios sobre *Bachiaria* spp. (Hierba Táner). 1. Efectos tóxicos en el ganado vacuno. *Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)* 38 (3):135-150. 1971.
- ; RETZ, L. y VELLOSO, C. A. Estudios sobre *Bachiaria* spp. (Hierba Táner). 2. Contenido de N del suero bovino. *Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)* 38 (3):151-161. 1971.

- _____ ; _____ y MORMO, O. Estudios sobre *Brachiaria* spp. (Hierba Táner). 3. Ocurrancia de envenenamiento de ganado vacuno en 1970-71 y los contenidos de nitratos de las muestras de pasto. *Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)* 38 (4): 239-252. 1971.
- CARO-COSTAS, R.R.; VICENTE-CHANDLER, J. y ABRUÑA, F. Effect of four levels of fertilization on beef production and carrying capacity of Pangolagrass pastures in the humid mountain region of Puerto Rico. *Journal Agriculture of the University of Puerto Rico* 56 (3):219-221. 1972.
- _____ ; ABRUÑA, F. y VICENTE-CHANDLER, J. Comparison of heavily fertilized Pangolagrass and Stargrass pastures under humid tropical conditions. *Agronomy Journal* (1):132-133. 1973.
- _____ ; _____ y _____. Effect of three levels of fertilization on the productivity of Stargrass pastures growing on a steep ultisol in the Humid Mountain region of Puerto Rico. *Journal Agriculture of the University of Puerto Rico*. 60 (2):172-178. 1976.
- _____ ; VICENTE-CHANDLER, J. y ABRUÑA, F. Comparison of heavily fertilized Congo, Star and Pangolagrass pastures in the humid Montain Region of Puerto Rico. *Journal Agriculture of the University of Puerto Rico* 60 (2):179-185. 1976.
- DELGADO, A. y ALFONSO, F. Effect of grazing systems and stocking rate on beef fattening in tropical areas (Sumario). *Herbage abstracts* :3790. 1975.
- EVANS, T. R. Some factors affecting beef production from sub-tropical pastures in the coastal lowlands of southeast Queensland. *In* *Proceedings of the XI International Grassland Congress*. 1970. p. 803.
- KILLINGER, G. B. Limpograss [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et C.E. Hubb]. A promising forage and beverage grass for the south. *Agronomy abstracts*:56. 1971.
- MOTT, G. O. Métodos para determinar la producción de pasturas. Conferencia presentada en el Departamento de producción animal, Secretaría de Agricultura Sao Paulo. I.B.E.C. Research Institute. 1971.
- OAKES, A.J. *Hemarthria* collection from South Africa. *Turrialba* 23 (1):38. 1973.
- ORTEGA, C.M. y ESPINOSA, E. Producción de carne de los pastos Pangola y Faragua bajo diferentes condiciones de fertilización. (Mimeografiado). IDIAP, Panamá. 1976.
- RIOS, S. *Brachiaria* spp. (Pasto Táner). Progresos en las observaciones sobre la toxicidad de la *Brachiaria* spp. bajo pastoreo continuo. Programa de Pastos y Forrajes MAG-FAO. Panamá. (Mimeografiado). 1973.

- ROSENGELD, G.; REICHMANN, C.B. y ANDRADE, S.O. Anemia hemolítica en ganado alimentado con *Brachiaria* spp. (Hierba Tánier). *Arquivos do Instituto Biológico (Brasil)* 38 (4):267-273. 1971.
- SALETTE, J.E. Nitrogen use and intensive management of grasses in the wet tropics. In *Proceedings of the XI International Grassland Congress*. 1970. pp. 404-407.
- SOTOMAYOR-RIOS A.; SCHANK, S.C. y WOODBURY, R. Cytology and taxonomy descriptions of two *Brachiarias* (Congograss and Tannergrass). *Journal Agriculture of the University of Puerto Rico* 59 (2):390-400. 1970.
- VICENTE-CHANDLER, J.; ABRUÑA, F.; CARO-COSTAS, R.; FIGARELLA, J.; SILVA, S. y PEARSON, R.W. Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico. *Agriculture Experiment Station. University of Puerto Rico. Bulletin no. 233*. 1974.
- ZAÑARTU ROSAS, D. Presión de pastoreo y fertilización nitrogenada en la producción de carne en praderas de pasto Estrella. *Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica*, 1975.

**PRODUCTIVIDAD DE CUATRO GRAMINEAS TROPICALES
BAJO TRES NIVELES DE NITROGENO EN PANAMA
II. PRODUCCION DE MATERIA SECA Y CONTENIDO PROTEICO***

Carlos M. Ortega** y Claudio Samudio***

Durante dos años se estudió el efecto de aplicar 150, 300 y 450 kg de N/ha/año (Nitrato de amonía, 33.5%N) sobre la producción estacional de materia seca y contenido proteico de las gramíneas Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Estrella Africana [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilg.], Hemartria [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et Hubbard] y Táner (*Brachiaria radicans*, Napper), en diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Se encontró que la producción promedio estacional para todas las especies fue de 5.23 toneladas de materia seca durante la estación seca y 19.34 toneladas durante la estación lluviosa. El consumo de materia seca/animal/día y la eficiencia de utilización del forraje fueron superiores durante la estación lluviosa y la eficiencia de la utilización de la Pangola fue significativamente ($P < .05$) superior a la de las otras especies. La fertilización nitrogenada incrementó el contenido de proteína cruda de 6.99 a 8.46% durante la estación seca y de 11.39 a 12.90% durante la estación lluviosa y la eficiencia de utilización del forraje. Las especies Estrella Africana y Hemartria demostraron ser superiores a la Pangola y Táner para sistemas semi-intensivos o intensivos de explotación, y requieren de ajustes periódicos de carga cuando no se conserva el forraje excedente durante la estación lluviosa. El pastoreo de la hierba Táner durante la estación seca conviene hacerlo levemente. Aunque la aplicación del nitrógeno aumentó el contenido de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje, bajo las condiciones del estudio no sería rentable aplicar más de 150 kg de N/ha/año.

La causa principal de la baja productividad pecuaria en Panamá es la pobre calidad nutricional de las praderas existentes, considerándose que esto es motivado primordialmente por desbalances de macro elementos en nuestros suelos, factores climáticos que provocan marcada estacionalidad en la producción y la utilización de especies forrajeras de inferior potencial productivo. A fin de solucionar este problema se introdujeron recientemente especies mejoradas de gramíneas, las cuales bajo manejo y fertilización adecuados pueden aumentar sensiblemente la producción animal.

El uso de fertilizantes, especialmente nitrogenados, aumenta no solamente el rendimiento total de biomasa, sino también el contenido de proteína de las gramíneas, mejorando así su valor nutritivo y aumentando su capacidad de carga. Sullivan y col. (1948)

* Trabajo presentado en la VI Reunión Anual de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA). David, Panamá, Diciembre, 1978.

** Ing. Agr., Agrostólogo, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Agr., Asistente, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

opinan que los fertilizantes más comúnmente aplicados, como nitratos, sulfato de amonio, fósforo y potasio, y también la cal, promueven un aumento en uno o más de los elementos nutritivos mayores deseables, y mejoran así la calidad del forraje.

En Gualaca, Rattray y col. (1977) evaluaron la productividad bajo corte de las hierbas Pangola, Estrella y Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain et Everard), con cuatro niveles de N-P-K con y sin encalamiento; encontraron que las hierbas Pangola y Ruzi, respondieron bien hasta aplicaciones de 300 kg de N/ha, mientras la hierba Estrella respondió bien hasta una aplicación de 600 kg de N/ha.

La información disponible sobre la productividad de la hierba Hemartria, P.I. 299995 [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et C.E. Hubb] es escasa, comparada con las especies Estrella (*Cynodon nlemfuensis*, Vanderyst), Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent) y Táner (*Brachiaria radicans*, Napper). Considerando la importancia de la fertilización como medio para incrementar la biomasa y la calidad de la misma, se realizó el presente trabajo, para investigar los efectos de la fertilización nitrogenada sobre la producción estacional de materia seca y contenido de proteína cruda de las especies citadas.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Centro Experimental de Gualaca, cuya situación geográfica y características climáticas y edafológicas han sido indicados en trabajo previo (Ortega y Samudio, 1979).

Los tratamientos se estudiaron sobre cuatro gramíneas (Pangola, Estrella, Hemartria y Táner) cada una con niveles de fertilización nitrogenada de 150, 300 y 450 kg de N/ha/año, en diseño de bloques al azar con dos repeticiones.

Las aplicaciones de fertilizantes y el manejo del pastoreo se realizaron en la forma descrita previamente (Ortega y Samudio, 1979).

Para determinar la disponibilidad de forrajes y el forraje residual, al inicio y al final de cada período de pastoreo, se utilizó un marco de 1 m por lado, con el cual se tomaron seis muestras al azar en cada parcela. En las especies Pangola y Estrella las muestras se tomaron a una altura de 10 cm y en las especies Hemartria y Táner, a 15 cm. La diferencia en altura de corte se debió a las características de crecimiento de las distintas especies.

En cada uno de los cortes se tomaron muestras del forraje disponible para analizar el contenido de materia seca y proteína cruda. La primera se determinó secando las muestras al horno a temperatura de 80°C durante 24 horas, y la segunda por el método de micro-Kjeldahl (AOAC, 1970).

La evaluación se efectuó durante dos años, de octubre de 1973 a octubre de 1974, y de octubre de 1974 a octubre de 1975.

El análisis estadístico se realizó como un factorial, combinando tratamientos con épocas dentro de años.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron diferencias en la producción de materia seca ($P < .05$) entre especies y entre años (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de la productividad anual de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	Año	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
Pangola	1	72 a	9 a	58 a	9.97 a
	2	45 b	8 a	60 a	10.92 a
	\bar{X}	58 B	8 A	59 A	10.44 A
Estrella	1	87 a	11 a	58 a	11.60 a
	2	60 b	6 b	39 b	9.83 b
	\bar{X}	73 A	8 A	48 B	10.72 A
Táner	1	77 a	8 a	57 a	11.32 a
	2	43 b	5 a	37 b	9.54 b
	\bar{X}	60 B	6 A	47 B	10.43 A
Hemartria	1	81 a	10 a	57 a	9.02 a
	2	54 b	5 b	35 b	7.78 b
	\bar{X}	68 A	7 A	46 B	8.40 B

a, b = Promedios de años dentro de especies por columnas, con la misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de especies, por columnas, con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

La hierba Estrella rindió la producción promedio máxima en los dos años, aunque no difirió de la hierba Hemartria. La producción del primer año superó en 55 por ciento a la del segundo, observándose que la disminución en este último fue de 31 por ciento en la hierba Estrella, 33 por ciento en Hemartria, 37 por ciento en Pangola y 44 por ciento en Táner. Esta disminución puede atribuirse al fuerte período de sequía ocurrido al inicio del segundo año, el cual afectó en mayor o menor grado a todas las especies, así como también al sistema de manejo del pastoreo utilizado.

El consumo de materia seca por animal por día no mostró diferencias ($P < .05$) entre años para las especies Pangola y Táner, pero sí fue significativamente ($P < .05$) superior durante el primer año en comparación con el segundo para las hierbas Estrella y Hemartria. Los promedios anuales de las especies no difirieron entre sí.

La eficiencia de utilización del forraje $\left[\frac{\text{consumido} \times 100}{\text{disponible}} \right]$ fue superior ($P < .05$) durante el primer año en comparación con el segundo, en las especies Estrella, Hemar-

tria y Táner, pero no así en Pangola. El promedio anual de la Pangola fue superior ($P < .05$) a los promedios de las otras especies, las cuales no difirieron entre sí. Esto sugiere una mayor aceptabilidad del pasto Pangola, especialmente durante la época seca, cuando declina la calidad en todas las especies.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante el primer año, en comparación con el segundo, en las especies Estrella, Hemartria y Táner, pero no así en Pangola. Los promedios anuales para las hierbas Pangola, Estrella y Táner fueron significativamente ($P < .05$) superiores al promedio anual de la hierba Hemartria. La diferencia entre años puede atribuirse principalmente a factores climáticos más favorables y a una mejor eficiencia de utilización del forraje en el primer año. Las diferencias entre especies pueden deberse a factores específicos de calidad propios de cada pasto.

Se encontraron diferencias ($P < .05$) entre las producciones de las estaciones seca y lluviosa (Cuadro 2) para todas las especies. Los promedios de estaciones para las especies Estrella y Hemartria no difirieron ($P > .05$) entre sí, pero ambas fueron superiores a los promedios de las hierbas Pangola y Táner.

Cuadro 2. Características de la productividad estacional de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	Estación ^a	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
Pangola	Seca	30 a	5 a	60 a	8.15 a
	Lluviosa	73 b	9 b	58 a	12.73 b
	\bar{X}	58 B	8 A	59 A	10.44 A
Estrella	Seca	48 a	6 a	48 a	8.47 a
	Lluviosa	86 b	10 b	49 a	12.96 b
	\bar{X}	73 A	8 A	48 B	10.72 A
Táner	Seca	44 a	4 a	41 a	8.00 a
	Lluviosa	68 b	8 b	50 b	12.87 b
	\bar{X}	60 B	6 A	47 B	10.43 A
Hemartria	Seca	44 a	5 a	41 a	6.36 a
	Lluviosa	80 b	9 b	48 b	10.44 b
	\bar{X}	68 A	7 A	46 B	8.40 B

a, b = Promedios de estaciones dentro de especies, por columnas, con la misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de especies, por columnas, con una misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

^a = Seca = 126 días; Lluviosa = 252 días.

El consumo de materia seca por animal por día, fue significativamente ($P < .05$) superior durante la estación lluviosa en todas las especies. Esto puede atribuirse a una mayor disponibilidad y calidad nutritiva de los forrajes durante la época de lluvias.

La eficiencia de utilización del forraje fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca, en las especies Táner y Hemartria, pero no así en las especies Estrella y Pangola. La eficiencia de utilización del pasto Pangola fue significativamente ($P < .05$) superior a la de las otras especies, las cuales no difirieron entre sí.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en comparación con la estación seca en todas las especies. Los promedios anuales de proteína cruda en las especies Pangola, Estrella y Táner fueron significativamente ($P < .05$) superiores al promedio de la hierba Hemartria.

Cuadro 3. Distribución estacional de la producción de materia seca de cuatro gramíneas tropicales.

Especies	SECA (126 días)		LLUVIOSA (252 días)		Total anual Toneladas MS/ha/año
	Toneladas MS/ha/año	%	Toneladas MS/ha/año	%	
Pangola	3.78	17.04	18.40	82.96	22.18 b
Estrella	6.05	21.83	21.67	78.17	27.72 a
Táner	5.54	24.43	17.14	75.57	22.68 b
Hemartria	5.54	21.56	20.16	78.44	25.70 a
\bar{X}	5.23 A	21.21	19.34 B	78.79	24.57

a, b = Promedios de especies en la columna final con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B = Promedios de estaciones con una misma letra en común no difieren significativamente ($P > .05$).

El cuadro 3 muestra la distribución estacional de la producción total de materia seca. La hierba Estrella alcanzó la mayor producción por hectárea por año (27.72 Tm) pero no difirió significativamente ($P > .05$) de la hierba Hemartria (25.70 Tm). Ambas fueron significativamente ($P < .05$) superiores a las hierbas Pangola (22.18 Tm) y Táner (22.68 Tm). La producción promedio de materia seca durante la época lluviosa fue aproximadamente cuatro veces superior a la producción durante la época seca, en todas las especies. La hierba Estrella superó a las otras especies en ambas estaciones.

La producción de materia seca fue significativamente ($P < .05$) superior en la estación lluviosa en todos los niveles de fertilización nitrogenada empleados (Cuadro 4). Estos últimos no difirieron entre sí.

El consumo de materia seca fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa, en todos los niveles de nitrógeno, pero éstos últimos no mostraron diferencias entre sí.

La eficiencia de utilización del pasto fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en todos los niveles de nitrógeno. Los tres niveles de nitrógeno mostraron diferencias significativas ($P < .05$) entre sí, elevándose la eficiencia de utilización al incrementarse la dosis de nitrógeno.

Cuadro 4. Características de la productividad estacional de cuatro gramíneas tropicales en respuesta a la fertilización nitrogenada.

Nitrógeno kg/ha/año	Estación ^[a]	Producción MS kg/ha/día	Consumo MS kg/animal/día	Eficiencia utilización %	Proteína %
150	Seca	41 a	4 a	44 a	6.99 a
	Lluviosa	73 b	8 b	47 b	11.39 b
	\bar{X}	62 A	7 A	46 C	9.19 B
300	Seca	41 a	5 a	47 a	7.79 a
	Lluviosa	77 b	9 b	50 b	12.46 b
	\bar{X}	65 A	8 A	49 B	10.12 A
450	Seca	42 a	6 a	52 a	8.46 a
	Lluviosa	80 b	10 b	56 b	12.90 b
	\bar{X}	67 A	9 A	55 A	10.68 A

a, b = Promedios de estaciones dentro de niveles, por columnas, con la misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

A, B, C = Promedios de niveles, por columnas, con una misma letra en común, no difieren significativamente ($P > .05$).

[a] Seca = 126 días; Lluviosa = 252 días.

El contenido de proteína cruda fue superior ($P < .05$) durante la estación lluviosa en todos los niveles de nitrógeno. Los promedios de los niveles 300 y 450 kg de N/ha/año no mostraron diferencias ($P > .05$) entre sí, pero ambos fueron superiores al nivel de 150 kg de N/ha/año. En general se observó un incremento en el contenido de proteína cruda al aumentar la fertilización nitrogenada.

Las diferencias entre especies corroboran las observaciones de Salette (1970) y Rattray (1977) en cuanto a la respuesta de diferentes gramíneas, aún dentro del mismo género, a las aplicaciones de nitrógeno. Las diferencias entre épocas concuerdan con los resultados de Rattray (1977) al estudiar las curvas de crecimiento estacional de tres gramíneas tropicales incluyendo la Pangola y Estrella, cosechadas a 10 cm de altura, cada 40 días, bajo las condiciones de Gualaca.

La tasa de crecimiento del pasto siguió las mismas tendencias estacionales. Es bien sabido que la respuesta a la fertilización nitrogenada en una pradera, también dependerá del sistema de manejo a que se someta. Es probable que el sistema de pastoreo con 21 días de pastoreo y 21 días de descanso, afectó la tasa de crecimiento y la producción de forraje en todas las especies.

Observaciones de Puerto Rico (1972) indican que existen varios factores que afectan la productividad de las praderas, así como también el consumo de forraje. Estos factores comprenden duración del periodo de recuperación, extensión del periodo de pastoreo, presión de pastoreo, altura de defoliación, fertilización empleada y la incidencia de los factores climáticos imperantes. En este caso, es probable que la altura de corte

empleada (10 cm para Pangola y Estrella y 15 cm para Táner y Hemartria), el sistema de pastoreo empleado, la variabilidad en precipitación pluvial, temperatura ambiente y evaporación entre las estaciones secas y lluviosas, y los efectos de la fertilización nitrogenada interactuaron para ocasionar fluctuaciones en cantidad y calidad del forraje producido, causando en consecuencia grandes diferencias en el consumo entre y dentro de estaciones, a través del año.

La falta de diferencias entre especies, en cuanto al consumo de materia seca por hectárea por día y consumo de materia seca por animal por día, se reflejaron en una capacidad de carga similar. Esto parecería indicar un potencial de producción igual, de no mediar diferencias entre especies en cuanto a la calidad de la materia seca ingerida (Soto-Mayor y col., 1974; Ortega, 1977).

Durante el primer período seco, con lluvias mejor distribuidas, la eficiencia de utilización fue mejor en todas las especies, excepto la Pangola. Es de notar el buen aprovechamiento de esta última durante el segundo período seco, en comparación con las otras especies. La escasa utilización del forraje disponible durante el segundo período seco se atribuye a la intensa y prolongada sequía que azotó al área, reduciendo drásticamente la tasa de crecimiento en todas las especies y la calidad del forraje ofrecido, además de ocasionar hasta un 90 por ciento de mortalidad en las praderas de hierba Táner.

La utilización superior del pasto Pangola a través de los dos años, demuestra las aptitudes de la especie para producir un alimento apetecible para los vacunos aún durante el verano.

Es de notar que mientras durante el primer año los contenidos de proteína cruda fueron satisfactorios para el crecimiento animal en invierno y verano, durante el período seco del segundo año, el contenido de proteína cruda en la materia seca fue deficiente, lo cual ocasionó pérdidas de peso en todos los animales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La producción de materia seca de las gramíneas Estrella y Hemartria fue superior a la de las hierbas Pangola y Táner. Ello sugiere mayor potencialidad en las dos primeras especies para incrementar la productividad animal en sistemas semi-intensivos o intensivos de explotación, en regiones similares al área donde se realizó este trabajo.
2. Es obvia la gran variabilidad en la producción estacional de todas las especies, lo cual se refleja no solamente en el consumo sino también en el porcentaje de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje. De no utilizarse prácticas de conservación del pasto excedente durante la estación lluviosa, el sistema de manejo del pastoreo debe emplear el criterio de ajustes periódicos de la carga animal, con el fin de aprovechar el pasto disponible en su valor alimenticio óptimo.
3. Aunque el contenido promedio de proteína cruda fue inferior en la hierba Hemartria, ésta produjo el mejor rendimiento de carne/ha/año según los resultados de la primera parte del presente trabajo. De esto se infiere que esta especie puede poseer otros atributos morfológicos y fisiológicos que la hacen más apetecible y aprovechable para los bovinos en pastoreo, lo cual ameritaría mayor investigación sobre esta especie.

4. La ocurrencia de un período de sequía prolongado durante el segundo año, sometió a todas las especies a una prueba de sobrevivencia severa bajo el sistema de pastoreo impuesto. Bajo estas condiciones la hierba Táner, a diferencia de las otras especies, tendió a desaparecer. Se sugiere tomar esto en consideración, al establecer praderas de pastos mejorados en áreas con períodos secos intensos y prolongados.

5. La aplicación de nitrógeno no aumentó significativamente la producción de materia seca ni el consumo, pero tuvo cierto efecto mejorando el contenido de proteína cruda y la eficiencia de utilización del forraje. No obstante, bajo las condiciones del presente estudio y considerando los resultados económicos de la primera parte de este trabajo, no sería rentable la aplicación de nitrógeno en dosis superiores a 150 kg de N/ha/año en sistemas semi-intensivos para producción de carne.

ABSTRACT

During two years, in a randomized block design with two replicates, it was studied the effect of applying 150, 300 and 450 kg N/ha/year (Ammonium nitrate, 33.5% N) on seasonal dry matter yield production and protein content of the grasses Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), African stargrass [*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilg.], Hemartria [*Hemarthria altissima* (Poir) Stapf et Hubbard] and Tanner (*Brachiaria radicans*, Napper). Average seasonal production for all species was 5.23 tons of dry matter in the dry season and 19.34 ton in the rainy season. Dry matter consumption/animal/day and forage utilization efficiency were higher during the rainy season, and the efficiency of utilization of Pangola grass were superior ($P < .05$) to those of the other species. Nitrogen fertilization increased crude protein content (from 6.99 to 8.46% in the dry season and from 11.39 to 12.90% in the rainy season) and forage utilization efficiency. African stargrass and Hemartria showed to be better than Pangola and Tanner for semi-intensive or intensive production systems, and if excess forage is not conserved during the rainy season stocking rate should be adjusted periodically. Grazing of Tanner grass during the dry season must be done leniently. Though nitrogen application increased crude protein content and forage utilization efficiency, it would not be profitable to apply more than 150 kg N/ha/year under the conditions of the present study.

AGRADECIMIENTO

Al Director del Centro Experimental de Gualaca, M.V. Santiago Ríos A., por su asistencia y cooperación.

Al personal del Laboratorio por el análisis químico de las muestras.

Al Dr. Gustavo Cubillos del CATIE por su asesoramiento técnico.

Al Dr. Héctor Hugo Li Pun, Asesor del CATIE por la revisión del manuscrito.

Al personal de campo de la Sección de Agrostología por su valiosa colaboración.

A la Srta. Ana Meliza López G. y a la Sra. Ibsa O. de González por el trabajo mecanográfico realizado.

BIBLIOGRAFIA

- ORTEGA, C. M. y SAMUDIO, C. Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Producción de carne bovina. *Ciencia Agropecuaria* 2 (En prensa): 1979.
- RATTRAY, J. M. y ORTEGA, C. M. Productividad bajo corte de las hierbas Pangola (*Digitaria decumbens*, Stent), Ruzi (*Brachiaria ruziziensis*, Germain et Everard) y Estrella [*Cynodon plectostachyus*, (K. Schum) Pilg] con cuatro niveles de N, P y K uniformes, con y sin enclamiento. Resumen de la Investigación Pecuaria. Centro Experimental de Gualaca, IDIAP. (Panamá). 1977. (Compendio 19).
- SALETTE, J. E. Nitrogen use and intensive management of grasses in the wet tropics. Proceedings of the XI International Grassland Congress. 1970. pp. 404-407.
- SOTO-MAYOR RIOS, A.; RODRIGUEZ GARCIA, J. y SILVA, S. Yield comparison of four forage grasses at two cutting heights and three harvest intervals. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58(1):26-35. 1974.
- SULLIVAN, J. T. y WILKINS, H. L. What makes a nutritious forage. U.S. Department of Agriculture. Yearbook, 1948. pp. 285-289.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S.; RODRIGUEZ, J. y ABRUÑA, F. Effect of two heights and three intervals of grazing on the productivity of a heavily fertilized Pangola grass pasture. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 56(2):110-114. 1972.

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 ^[a]	
			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 ^[b]	25	356,044	635,108

^[a] Destinada a los ingenios, no incluye cogollo (base fresca).

^[b] 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; Ruiz, 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 ^a	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

^a 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} ^a	\pm 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

^a 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 ^a	
			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 ^b		122,388	133,459

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

^b 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 ^a	
			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 ^a	
			1974-1975	1977-1978
CAFE (en cerezo)			27,049	33,096
	Pulpa	50	13,524	16,548
	Pergamino	7	1,893	2,317

^a 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. Composición 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 NH₃ 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.

EFFECTO DE LA MELAZA SOBRE LA UTILIZACION DE LA CAÑA DE AZUCAR INTEGRAL EN NOVILLOS DE ENGORDE ¹

Manuel H. Ruiloba*, Carlos Pitty** y Luis Hertentain***

Se utilizaron 60 novillos de engorde bajo condiciones de confinamiento y se estudió la utilización de la caña de azúcar integral en complementación con niveles variables de melaza ($X = 0.10, 0.36, 0.69, 0.97, 1.36$ y 1.74 kg de MS/100 kg de peso vivo/día) y un nivel fijo de proteína cruda suplementaria (0.237 kg/100 kg de peso vivo/día), aportada en un 60% por la urea y en un 40% por la harina de carne y hueso. La caña de azúcar se suministró en forma picada y a libre consumo. La función $Y_1 = 0.387 + 0.411X - 0.081 X^2$ ($R^2 = 0.99, P < .01$), describe el efecto positivo de la melaza sobre la ganancia de peso, Y_1 (kg/animal/día). El consumo máximo esperado de caña de azúcar fue de 1.318 kg de MS/100 kg de peso vivo/día (16.2 kg de material fresco/animal/día), disminuyendo a medida que se incrementa el nivel de melaza, de acuerdo a la función $Y_2 = 1.318 e^{-0.401X}$ ($R^2 = 0.97, P < .01$), donde Y_2 es el consumo de caña de azúcar en kg de MS/100 kg de peso vivo/día. El consumo de proteína cruda y energía metabolizable dependió del nivel de melaza. En cuanto a la eficiencia de utilización del alimento y energía metabolizable, éstas variaron en forma curvilínea al incrementarse el consumo de melaza, lográndose eficiencias óptimas inferiores a las obtenidas en otras raciones a base de melaza. Los incrementos de peso obtenidos se deben al aumento de energía dietética de la melaza, representando la caña de azúcar un papel secundario en cuanto a la energía necesaria para ganancias de peso altas, ya que en estas raciones sólo aportó alrededor del 18% de la energía consumida. El trabajo contempla relaciones insumo-producto que permiten conocer la situación económica bajo cualquier nivel de melaza y de los principios insumos.

La caña de azúcar es un forraje que presenta ventajas para la ganadería debido a que es un cultivo perenne con gran producción de materia orgánica, mejora su valor nutritivo durante la maduración, se almacena en el campo sin necesidad de conservarlo y su calidad alimenticia se maximiza durante la época seca.

La caña de azúcar presenta un contenido de energía alto, con una digestibilidad de la materia seca de 60 a 65 % (Montpellier y Preston, 1976), pero un contenido bajo de proteína cruda (Latin American Tables Feed Composition, 1974). Diferentes trabajos con animales de carne (Leng y Preston, 1976; Ferreiro y Preston, 1976; Silvestre y col., 1977) y de leche (Pérez Infante y García Vila, 1975) han demostrado el efecto positivo

¹ Trabajo presentado en la VI Reunión Anual de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), La Habana, Cuba. Diciembre, 1977.

* M.Sc., Nutricionista del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

** Agr., Asistente del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

*** Estudiante graduado de la Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá.

de la suplementación con urea de las raciones con caña de azúcar, sobre la respuesta animal. La adición de una fuente de proteína verdadera de origen animal como la harina de pescado y harina de carne y hueso, no mejoró la respuesta animal de raciones a base de caña de azúcar suplementada con una fuente vegetal (Silvestre y col., 1977a).

Se ha encontrado que la respuesta animal en cuanto a consumo, ganancia de peso y eficiencia alimenticia disminuye al complementarse las raciones a base de caña de azúcar con melaza (Ferreiro y Preston, 1976; Silvestre y col., 1977), a pesar que la digestibilidad de la ración aumenta (Montpellier y Preston 1976). Alvarez y colaboradores (1976) indican que la materia seca digestible de la caña de azúcar es utilizada con más eficiencia que la aportada por la melaza, posiblemente debido a una mejor relación de sacarosa a azúcares reductores. El efecto de esta mejor relación, puede deberse a diferencias en la velocidad de utilización por los microorganismos del rumen, lo que favorecería la síntesis microbiana en el caso de la sacarosa. Silvestre y colaboradores (1977) indican que con raciones a base de caña de azúcar y melaza, el comportamiento animal aumenta a expensas del incremento en energía dietética proveniente de la melaza, aunque la eficiencia de producción es menor.

La producción de ácido propiónico en raciones con caña de azúcar, es superior a aquellas con melaza (Lenn y Preston, 1976). Se ha encontrado que la adición de urea a la caña de azúcar incrementa la producción de ácido propiónico, en cambio, la adición de melaza la disminuye e incrementa la de ácido butírico (Silvestre y col., 1977). Esta es una característica de la melaza, observada en otros tipos de raciones (Marty y Preston, 1970). Esto es importante ya que se ha obtenido una relación positiva entre el nivel de ácido propiónico y respuesta animal, lo que explica la eficiencia baja de utilización de la melaza (Leng y Preston, 1976; Silvestre y col., 1977).

Con raciones a base de caña de azúcar y melaza-urea se han obtenido buenas respuestas al suplementar con una fuente vegetal como la pulidura de arroz (Preston y col., 1976; López y Preston, 1976). La acción positiva se atribuye al aporte de material glucogénico y proteína sobrepasante a la acción ruminal.

En Panamá, se han obtenido raciones comerciales para engorde de novillos a base de subproductos, donde la melaza constituye la fuente principal de energía (Ruiloba y Ruiz, 1978; Ruiloba y col., 1978 c). En estas raciones, la melaza y la fuente de fibra representan el 49 y 15 % del costo total, aunque el costo de la fibra puede ser mayor, dependiendo del transporte de ésta al centro de engorde. En base a las características de la caña de azúcar, se consideró que este forraje podría reducir los costos de la ración, por lo que se estudió su complementación energética con la melaza.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en 1977 durante la época seca (de enero a marzo), en las instalaciones de la empresa CEBA, S. A., ubicada en Gualaca, a una altura de 45 msnm y con una temperatura promedio de 28°C durante esta época.

Se utilizó un total de 60 novillos Cebú de tipo comercial, con un peso inicial promedio de 300 kg y una edad promedio de 22 meses. Antes de iniciar el experimento, todos los animales recibieron tratamientos sanitarios contra endo y ectoparásitos y en

forma inyectable 2,500,000 U. I. de vitamina A, 375,000 U. I. de vitamina D₃ y 250 U. I. de vitamina E.

Los animales fueron alimentados en corrales, donde se les ofreció una ración a base de caña de azúcar, melaza, harina de carne y hueso, urea y sal mineralizada*. Se utilizó un nivel fijo de proteína cruda suplementaria de 250 g/100kg de peso vivo/día, aportada en un 60 % por la urea y en un 40 % por la harina de carne y hueso. La melaza se ofreció en forma restringida, de acuerdo con los siguientes niveles de consumo: 0.10, 0.36, 0.69, 0.97, 1.36 y 1.74 kg de MS/100 kg de peso vivo/día. Se utilizó caña de azúcar con una edad mínima y máxima de 12 y 16 meses, respectivamente. Esta se suministró diariamente en forma picada bajo consumo *ad libitum* donde una parte fue mezclada con el resto de la ración, de forma que se garantizara el consumo de los ingredientes ofrecidos al animal en cantidades restringidas. Los tratamientos fueron asignados al azar a seis lotes de 10 animales cada uno.

La prueba tuvo una duración de 87 días, sin incluir el período de adaptación de 26 días. Durante el período experimental, se pesaron los animales en ayunas cada 21 días, el consumo de caña de azúcar se midió dos veces por semana y para el análisis químico se tomaron muestras de los ingredientes cada ocho días. En el análisis estadístico se utilizaron funciones lineales, exponenciales y cuadráticas (Snedecor y Cochran, 1972) y para el análisis económico, funciones de insumo-producto (Dillon, 1971).

RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido promedio de materia seca y proteína cruda obtenido para la caña de azúcar fue de 26.3 y 3.27 % , para la melaza de 74.8 y 7.07 % y para la harina de carne y hueso de 93.5 y 51.4 % , respectivamente. La urea contenía 44.1 % de nitrógeno. El contenido de proteína cruda de la melaza es superior al informado en la literatura (Latin American Tables Feed Composition, 1974); sin embargo, estos valores han sido obtenidos en otros trabajos donde se ha utilizado melaza proveniente del mismo ingenio (Ruiloba y Ruiz, 1978; Ruiloba y col., 1978a). En cuanto al contenido de energía metabolizable se utilizó un valor de 2.19, 3.47 y 2.78 Mcal/kg de MS para caña de azúcar, melaza y harina de carne y hueso, respectivamente (Latin American Tables Feed Composition, 1974).

El efecto de la melaza sobre la ganancia de peso se indica en la Figura 1, donde se observa una respuesta típica a un mayor consumo de proteína y energía (Armendariz, 1973; Ruiloba y Ruiz, 1978). Otros autores (Ferreiro y Preston, 1976; Silvestre y col., 1977) al utilizar consumos de melaza no mayores de 3.50 kg al natural/animal/día, obtuvieron una respuesta contraria a la de este estudio, a pesar que se conoce que la adición de melaza mejora la digestibilidad de la ración (Montpellier y Preston, 1976). Ferreiro y Preston (1976), reconocen este efecto positivo de la melaza sobre la calidad de la ración, pero explican sus resultados considerando la posibilidad de que este efecto sea contrarestrado por algún tipo de trastorno metabólico causado por la melaza.

* Composición porcentual de la sal mineralizada, Ca: 12.0; P: 8.37; Mg: 0.05; Fe: 0.25; Cu: 0.05; Zn: 0.05; Co: 75ppm; I: 25ppm.

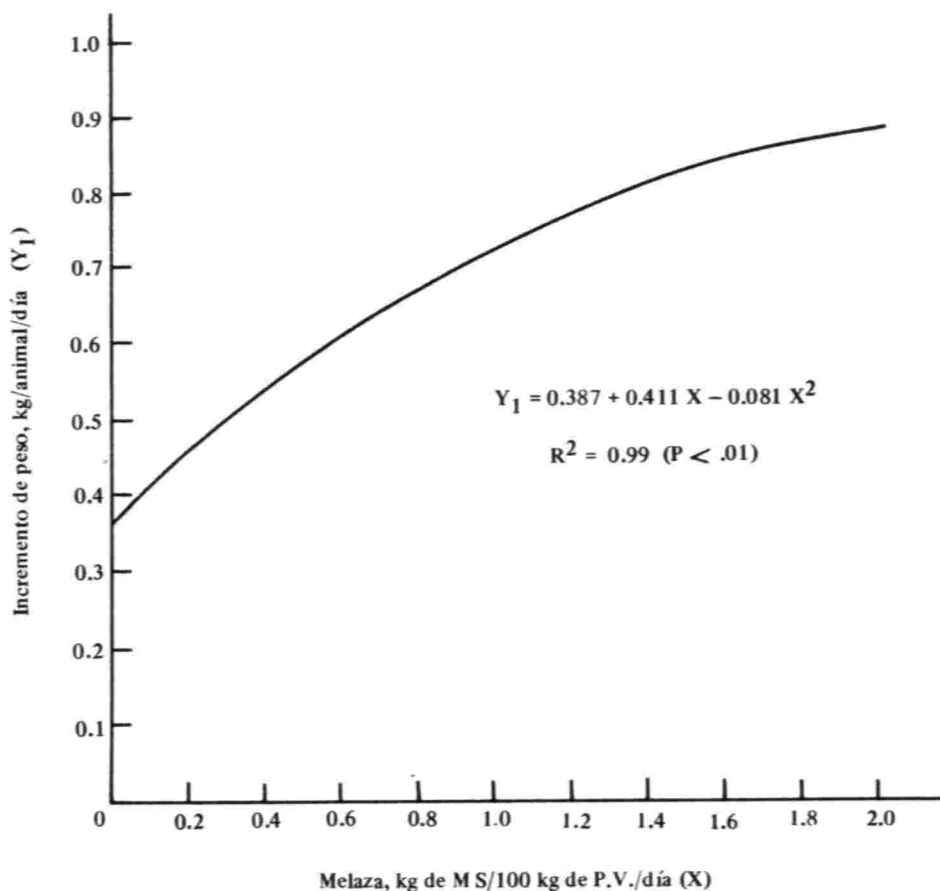


Figura 1. Efecto de la melaza sobre el incremento de peso.

De la función se obtiene que sin adición de melaza, la ganancia de peso sería de 0.387 kg/animal/día, superior en más del 75 % a la informada por Silvestre y colaboradores (1977a) en raciones a base de caña de azúcar suplementada con urea y harina de carne o melaza y urea y un nivel de proteína cruda comparable al de la ración en estudio. Estas diferencias pueden atribuirse a los animales o a la calidad energética de la caña de azúcar, aunque se obtuvieron consumos similares en ambos trabajos. Respuestas mayores han sido obtenidas al adicionar una fuente vegetal, las cuales se han explicado en función del aporte de material glucogénico y de proteína sobrepasante a la acción ruminal (Preston y col., 1976; Silvestre y col., 1977a).

El consumo de caña de azúcar fresca varió entre 8.4 y 14.6 kg/animal/día. Consumos mayores han sido informados para raciones que contenían un suplemento vegetal (Mancera Cárdenas y col., 1977; Silvestre y col., 1977). Sin embargo, los mejores consumos de caña de azúcar informados para ganado de carne, no son mayores de 18 kg/animal/día (Silvestre y col., 1977). El efecto de la melaza sobre el consumo de caña de azú-

car se presenta en la Figura 2, donde se observa que el consumo de forraje disminuye a medida que se incrementa la melaza en la ración.

Al igual que en otras raciones a base de melaza (Ruiloba y Ruiz, 1978) es de esperar un consumo casi constante a niveles altos de melaza, como consecuencia de la necesidad fisiológica del animal de ingerir un mínimo de fibra, independientemente del nivel de melaza. Se ha indicado que la digestibilidad baja de la fibra de la caña de azúcar (aproximadamente un 25%) puede ser un factor limitante al movimiento de ingesta fuera del rumen y por lo tanto, consecuencia de un consumo voluntario bajo (Minor y col., 1976).

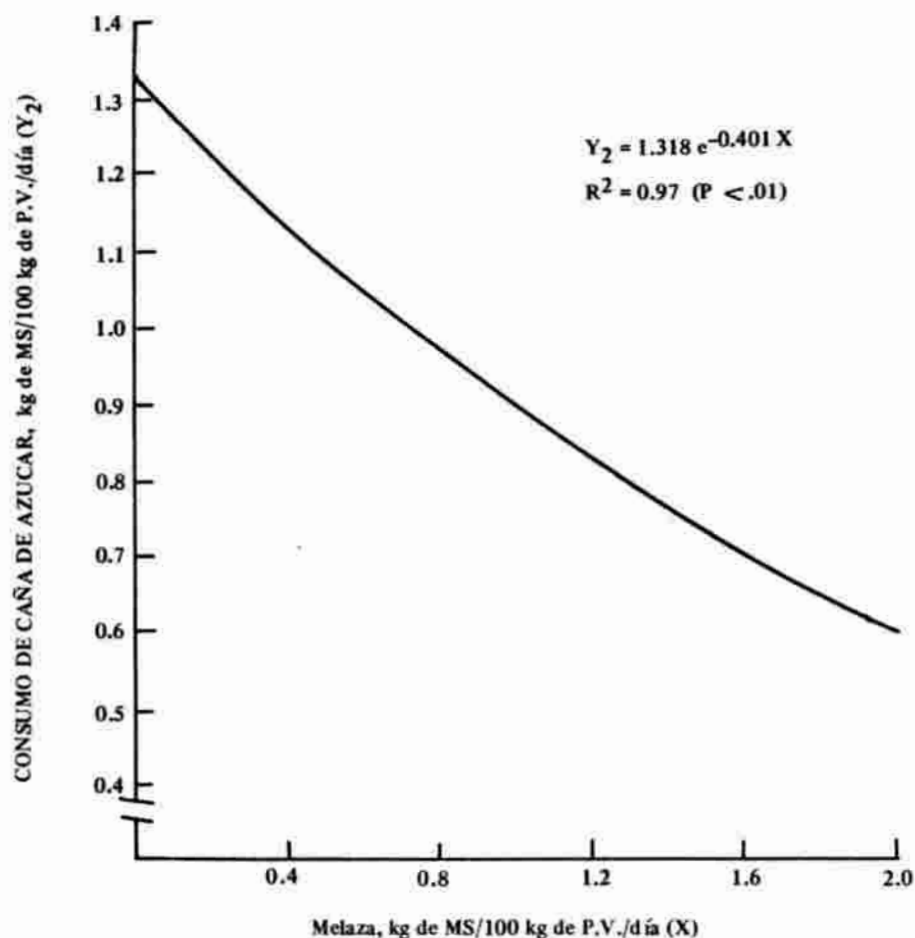


Figura 2. Efecto de la melaza sobre el consumo de caña de azúcar.

El consumo de materia seca total, Y_3 (kg/100 kg peso vivo/día), aumentó linealmente al incrementarse el nivel de melaza. Este efecto está indicado por la ecuación [1] cuyo coeficiente de determinación ($R^2 = 0.99$) es significativo ($P < .01$).

$$Y_3 = 1.52 + 0.64X \quad [1]$$

El aporte de la caña de azúcar a la materia seca total varió entre 77.9 y 24.9%; en cambio, el aporte de la melaza varió entre 6.5 y 66.7%.

El consumo de proteína cruda suplementaria no varió entre los tratamientos estudiados, con un promedio de 0.237 kg/100kg de peso vivo/día. El consumo de proteína cruda y energía metabolizable total dependió del nivel de melaza (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la melaza sobre diferentes parámetros.

Melaza [a]	Niveles, kg MS/100 kg peso vivo/día					
	0.10	0.30	0.69	0.97	1.36	1.74
Consumo total de PC [b]	0.281	0.302	0.317	0.333	0.354	0.383
Consumo total de EM [c]	3.51	4.30	5.12	5.94	6.88	8.03
Aporte de la caña de azúcar a la EM consumida %	75.15	62.80	42.82	34.24	23.41	18.03
Concentración de EM, Mcal/kg de MS consumida	2.51	2.57	2.72	2.81	2.94	3.02

[a] kg de MS/100 kg de peso vivo/día.

[b] PC: Proteína cruda, kg/100 kg de peso vivo/día.

[c] EM: Energía metabolizable, Mcal/100 kg de peso vivo/día.

A niveles bajos de melaza, el consumo de energía constituyó una limitante a la respuesta animal ya que el nivel de proteína era adecuado para obtener mayores ganancias de peso. El aporte de la caña de azúcar a la energía metabolizable total disminuyó al aumentar el nivel de melaza (Cuadro 1), considerándose que la ganancia de peso aumentó a expensas del aporte energético de la melaza, con ganancias máximas comparables con las obtenidas en raciones de engorde a base de melaza, donde el forraje se utilizó principalmente como fuente de fibra (Ruiloba y Ruiz, 1978; Ruiloba y col., 1978a). En estas raciones, la fuente de fibra aportó entre el 15 al 20% de la energía metabolizable total.

El aporte de la proteína cruda suplementaria a la proteína cruda total varió entre 62.1 a 76.8 % . En promedio, la sustitución de la proteína cruda suplementaria y proteína cruda total por NNP fue de 57.2 y 39.6 % , respectivamente, con poca variación entre tratamientos. La concentración promedio de la proteína cruda total en la materia seca consumida (15 %) fue adecuada para raciones de engorde (Flores, 1973). La energía metabolizable total presentó una concentración de 2.76 Mcal/kg de MS consumida, aumentando a medida que se incrementó el nivel de melaza (Cuadro 1).

La eficiencia de utilización del alimento varió en forma curvilínea al incrementarse el nivel de melaza (Figura 3).

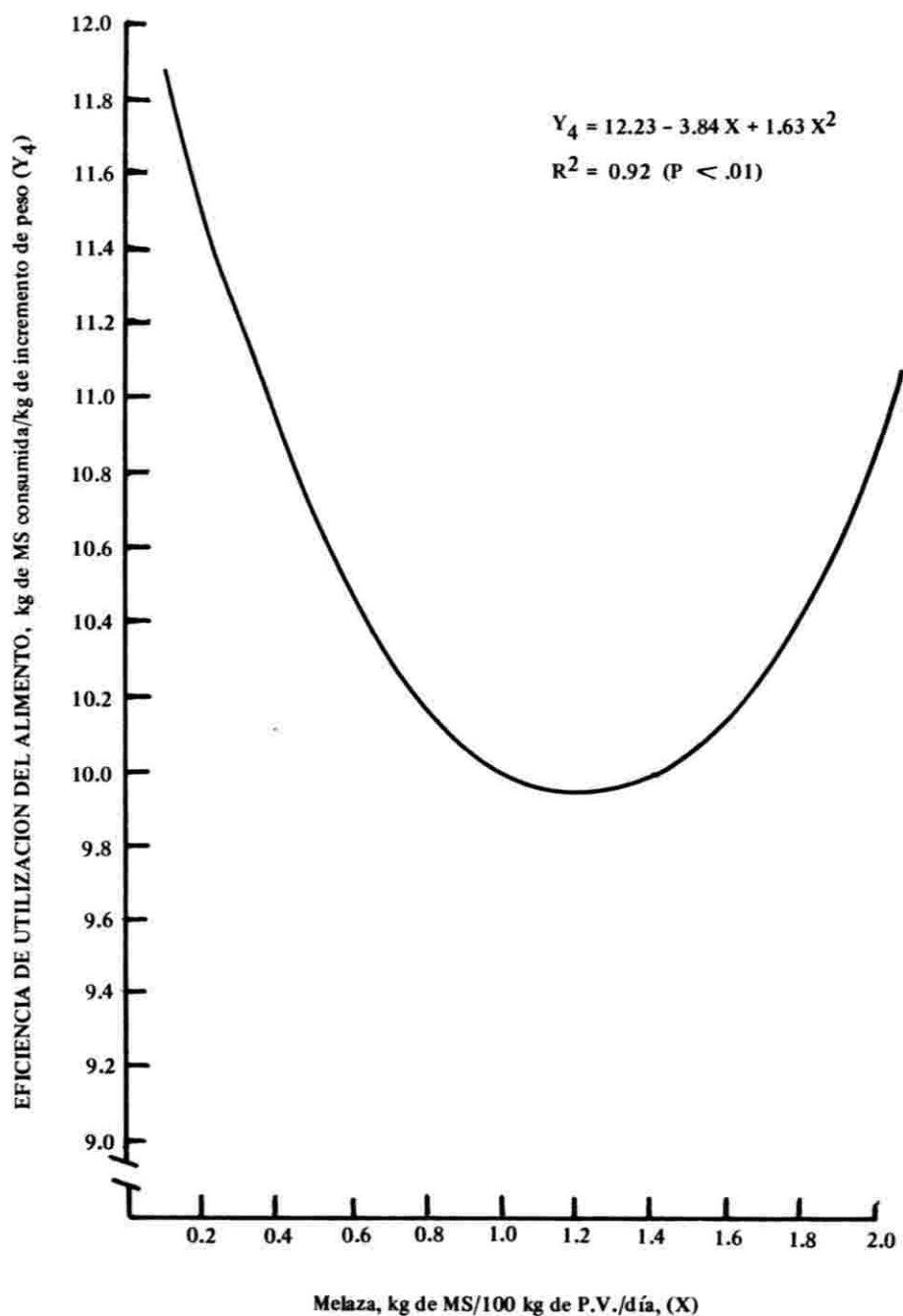


Figura 3. Efecto de la melaza sobre la eficiencia de utilización del alimento.

A un consumo de 1.18 kg de MS/100kg de peso vivo/día se obtuvo una eficiencia óptima de 9.97 kg de MS/kg de aumento de peso. Con raciones a base de caña de azúcar y urea, Silvestre y colaboradores (1977) han obtenido una disminución lineal en la eficiencia de utilización del alimento al incrementarse el nivel de melaza, aunque en esas raciones la calidad y cantidad de proteína cruda eran inferiores a las del presente estudio y el coeficiente de determinación de esta función era sólo de 0.56.

El efecto curvilíneo de la melaza sobre la eficiencia de utilización de la energía (Mcal de energía metabolizable consumida/kg de aumento de peso) se indica en la Figura 4. Se obtuvo una eficiencia energética óptima de 27.14, con un consumo de melaza de 0.28 kg de MS/100 kg de peso vivo/día, sin embargo, a niveles bajos de melaza las diferencias obtenidas en este parámetro no fueron significativas. Estas eficiencias resultaron menores a las obtenidas con otras raciones a base de melaza e iguales consumos de proteína (Ruiloba y Ruiz, 1978). Con respecto a la ración sin melaza, a niveles superiores a los 0.60 kg de melaza (MS)/100 kg de peso vivo/día (Figura 4), la adición de este subproducto condujo a una utilización menos eficiente de la energía. Independientemente del nivel de melaza, varios autores (Silvestre y col., 1976; 1977) han indicado este efecto de la melaza en raciones a base de caña de azúcar.

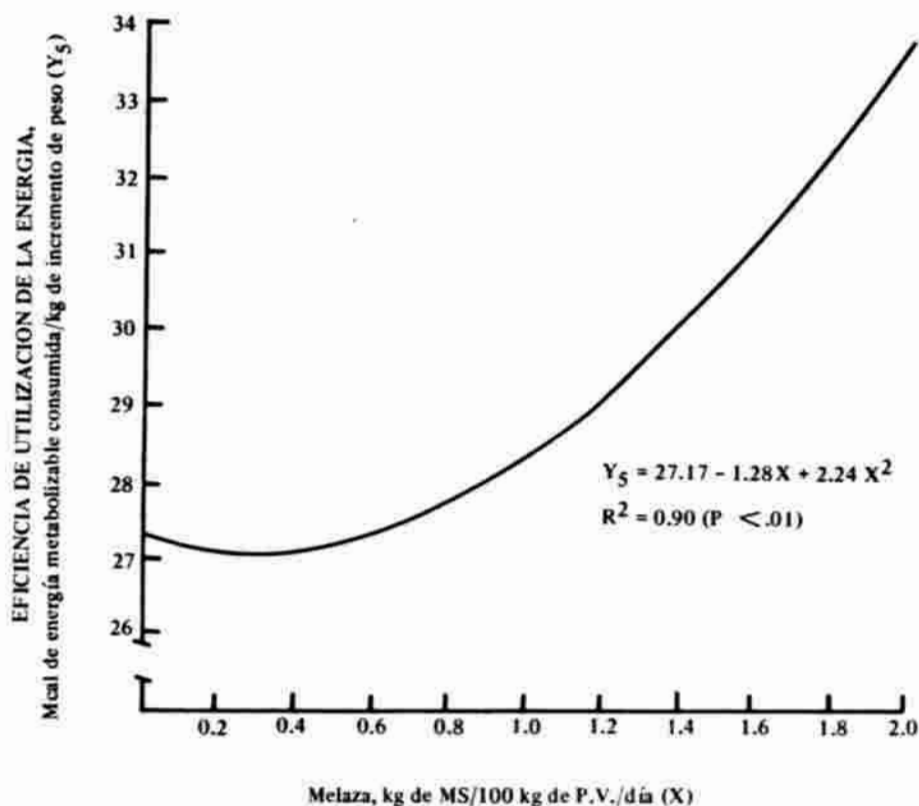


Figura 4. Efecto de la melaza sobre la eficiencia de utilización de la energía.

Se ha encontrado que la diferencia en la eficiencia de utilización de la energía entre la melaza y caña de azúcar se debe a una producción menor de ácido propiónico en raciones con melaza (Leng y Preston, 1976). Sin embargo, en raciones a base de estas dos fuentes energéticas podría esperarse que el efecto de la melaza en bajar la concentración de ácido propiónico ruminal, no fuera significativo a niveles bajos de melaza. Esto, sumado al incremento en el consumo de energía, podría explicar los efectos obtenidos sobre la eficiencia energética a niveles bajos de melaza (Figura 4). Las ganancias de peso logradas con las raciones altas en melaza (Figura 1), se explican en función de una disponibilidad mayor de energía dietética aportada por la melaza.

El ingreso neto, IN (balboas*/animal/día), en función del nivel de melaza se presenta en la ecuación [2], donde K representa un diferencial entre el precio de compra y de venta sobre el peso inicial del animal (balboas/animal/día); K₁ el precio de venta del animal engordado (balboas/kg de peso vivo); K₂, K₃, K₄ y K₅, el precio de la caña de azúcar picada, melaza, urea y harina de carne y hueso (balboas/kg MS), respectivamente; y K₀, los costos fijos (balboas/animal/día).

$$IN = K + K_1(0.387 + 0.411X^2) - K_0 - [K_2(4.77 - 1.57X) + 3.36K_3X + K_4(0.155 + 0.004X) + K_5(0.618 + 0.016X)] \quad [2]$$

Para cualquier valor de los coeficientes de costo, el nivel de melaza al cual el ingreso neto se optimiza, está dado por la ecuación [3].

$$X = \frac{0.411K_1 + 1.570K_2 - 3.360K_3 - 0.004K_4 - 0.016K_5}{0.162K_1} \quad [3]$$

Con un valor de 0.88, 0.023, 0.043, 0.278 y 0.309 para K₁, K₂, K₃, K₄, y K₅, respectivamente, el nivel óptimo económico de X es 1.74 kg de MS/100 kg de peso vivo/día. A este nivel de melaza se obtuvo una ganancia de peso diario de 0.857 kg/animal y una rentabilidad de sólo 0.43%, considerando un interés al capital de 6% semestral. Estos resultados están afectados por el consumo alto de melaza requerido para lograr la ganancia de peso indicada, que al compararlo con otras raciones de engorde obtenidas en Panamá (Ruiloba y Ruiz, 1978; Ruiloba y col., 1978a), implica una ineficiencia en la utilización de los insumos.

CONCLUSIONES

1. A pesar del contenido energético de la caña de azúcar y la suplementación proteica, se obtuvo un consumo bajo de caña de azúcar, el cual disminuyó casi proporcionalmente al incrementarse el nivel de melaza.
2. Se obtuvo una ganancia de peso baja con caña de azúcar suplementada con proteína. Esta mejoró a medida que se incrementó el consumo de melaza, pero a expensas de la energía aportada por este subproducto.

* 1 Balboa = 1 U.S. \$

3. Se lograron ganancias de peso adecuadas para un engorde intensivo, pero con un costo energético alto lo que produjo un beneficio económico muy bajo en la operación.

ABSTRACT

Sixty steers were used in a feeding trial under confined conditions in which the utilization of sugar cane was studied. As complement, six different levels of molasses were utilized ($X = 0.10, 0.36, 0.69, 0.97, 1.36$ and 1.74 kg of dry matter/100 kg of live weight/day along with a fixed level of protein (0.237 kg/100 kg of live weight/day). The protein source was provided by urea (60%) and meat and bone meal (40%). Chopped sugar cane was offered ad. lib. The equation $Y_1 = 0.387 + 0.411 X - 0.081 X^2$ ($R^2 = 0.99, P < .01$), described the positive effect of molasses on daily gain, Y_1 , (kg/animal/day). The expected maximum intake of sugar cane was 1.318 kg of dry matter/100 kg of live weight/day (about 16.2 kg of fresh sugar cane/animal/day). Sugar cane consumption decreased with increasing levels of molasses, following the equation $Y_2 = 1.318 e^{-0.401 X}$ ($R^2 = 0.97, P < .01$), where Y_2 represents sugar cane intake in kg of dry matter/100 kg live weight/day. Total crude protein and metabolizable energy consumption were positively related to the level of molasses. The efficiency of utilization of food and metabolizable energy varied in a curvilinear fashion with increasing levels of molasses. The optimum efficiencies were lower than others obtained with different molasses rations. Live-weight increments obtained were caused by the increase in dietary energy through the use of molasses. Sugar cane had a secondary role in providing the energy necessary for high daily gains, because it provided about 18 per cent of energy intake. This study includes input-output relations that allow to know the economical situation under any level of molasses and the main ration ingredients.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración de la empresa CEBA, S.A., por el apoyo en las facilidades de instalaciones, animales, mano de obra y financiamiento de la alimentación requerida para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, F. J.; WILSON, A.; SULTHERLAND, T. M. y PRESTON, T. R. Comparación de diferentes métodos de suministrar la urea en raciones basadas en caña de azúcar integral para la engorda de novillos. *Producción Animal Tropical* 1:194. 1976.
- 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, 1973. 74 p.
- DILLON, J.L. Análisis de funciones de respuesta. In Gastal, E., ed. Análisis económico de los datos de la investigación ganadera. Montevideo, Uruguay. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Zona Sur, 1971. pp. 25-74.

- FERREIRO, H. M. y PRESTON, T. R. Efecto de diferentes concentraciones de urea en miel final suministrada como suplemento de caña de azúcar para el engorde de ganado bovino. *Producción Animal Tropical* 1:68. 1976.
- FLORES, F. Respuesta bio-económica en novillos en engorda alimentados con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis *Mag. Sci.* Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 61 p.
- LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. University of Florida, Gainesville, 1974. 509 p.
- LENG, R. A. y PRESTON, T. R. Caña de azúcar para la producción bovina: Limitaciones actuales, perspectivas y prioridades para la investigación. *Producción Animal Tropical* 1:26. 1976.
- LOPEZ, J. M. y PRESTON, T. R. El efecto sobre el comportamiento animal de proporcionar diferentes cantidades de pulidura de arroz en una dieta de caña de azúcar picada y miel conteniendo 10% de urea. *Producción Animal Tropical* 1:30 (Resumen). 1976.
- MANCERA, G. S.; MONROY, J.; MARTINEZ, G. De F. y SHIMARA, A. S. Estudio comparativo de la caña de azúcar en verde y sorgo forrajero ensilado, en la alimentación de ganado en el trópico subhúmedo. *Técnica Pecuaria en México* no. 32:86. 1977.
- MARTY, R. J. y PRESTON, T. R. Proporciones molares de los ácidos grasos volátiles de cadena corta (AGV) producidos en el rumen de ganado vacuno alimentados con dietas altas en miel. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 4:189. 1970.
- MINOR, S.; SILVESTRE, R.; RAVELO, G.; MacLEOD, N.A. y LENG, R. A. La importancia relativa del rumen, el omaso y el ciego en la digestión de dietas basadas en caña de azúcar para ganado bovino. *Producción Animal Tropical* 1:44 (Resumen). 1976.
- MONTPELLIER, F. A. y PRESTON, T. R. Digestibilidad y consumo voluntario de dietas integrales basadas en diferentes proporciones de caña de azúcar picada y miel final. *Producción Animal Tropical* 1:32. (Resumen). 1976.
- PEREZ INFANTE, F. y GARCIA VILA, R. Uso de la caña de azúcar en la alimentación del ganado en época seca. I. Efecto de la adición de urea en el consumo y producción de vacas lactantes. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 9:109. 1975.
- PRESTON, T. R.; 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.
- RUILOBA, M. H. y RUIZ, M. E. Producción de carne durante la época seca de subproductos. I. Niveles de proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria* 1:59. 1978.

- _____ ; _____ y PITY, C. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. III. Integración de componentes y validación de sistemas de alimentación de engorde. *Ciencia Agropecuaria* 1:87. 1978a.
- SILVESTRE, R.; MacLEOD, N. A. y PRESTON, T. R. Suplementación de caña de azúcar/urea para el ganado: Nivel de maíz y concentrado proteico. *Producción Animal Tropical* 1:214. 1976.
- _____. Consumo voluntario y ganancia de peso de ganado bovino alimentado con caña de azúcar picada y soluciones de miel con diferentes concentraciones de urea. *Producción Animal Tropical* 2:1. 1977.
- _____. Suplementación de caña de azúcar con urea para engorde de ganado. Efecto del maíz y diferentes niveles y fuentes de proteínas. *Producción Animal Tropical* 2:84. 1977a.
- SNEDECOR, G.W. y COCHRAN, W.G. *Statistical methods*. 6th ed. Ames, Iowa State University Press, 1972. pp. 447-471.

PRODUCCION DE AMONIACO RUMINAL *in vivo* E *in vitro* A PARTIR DE CINCO DIFERENTES FUENTES PROTEICAS

Héctor H. Li Pun* y Larry D. Satter**

Se realizaron dos experimentos, uno *in vivo* en ovinos y el otro *in vitro*, con el objetivo de medir la producción de amoníaco en el licor ruminal, como índice de la degradación proteica por los microorganismos ruminales, a partir de cinco diferentes fuentes proteicas. En el primer experimento, se utilizaron dos ovejas fistuladas ruminalmente, en un diseño irrestrictamente al azar con arreglo factorial 2 x 5 x 2 x 9 (animales x fuentes proteicas x ensayos x tiempos de muestreo). Se utilizaron cinco proteínas de variada solubilidad: harina de pescado, harina de soya, harina de linaza, harina de carne y caseína. Se midieron los cambios en las concentraciones ruminales de amoníaco a través de un período de seis horas para determinar las curvas de producción de amoníaco y servir de índices de degradación proteica en el rumen. La caseína produjo cambios más grandes en las concentraciones de amoníaco que las otras fuentes ($P < .01$). La harina de linaza, la harina de soya y la harina de carne fueron degradadas en menor grado. La harina de pescado, aparentemente, fue la fuente proteica menos degradada, pues produjo cambios negativos en la concentración de amoníaco ruminal, en relación con el tiempo de infusión. En el segundo experimento, se realizaron una serie de incubaciones de las fuentes proteicas utilizadas en el experimento, *in vivo*, utilizando licor ruminal proveniente de una vaca fistulada ruminalmente. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar con arreglo factorial 5 x 3 x 2 x 3 (fuentes proteicas x ensayos x repetición x tiempo de muestreo). Se observaron diferencias en la producción de amoníaco sólo a partir de las 12 horas de incubación. A las 24 horas de incubación, se observaron diferencias notables en la producción de amoníaco, que indicaron que probablemente la caseína fue la fuente proteica más degradada, seguida de la harina de soya, la harina de linaza y la harina de carne. Aparentemente, la harina de pescado fue la fuente menos degradada. Se concluyó de ambos experimentos, que las respuestas obtenidas fueron similares, siendo la caseína la fuente más degradada y la harina de pescado la menos degradada. La harina de soya, harina de linaza y harina de carne mostraron valores intermedios con respecto a las otras dos fuentes proteicas.

La proteólisis es uno de los procesos más importantes que ocurren en el rumen. En condiciones normales, la mayor parte de la proteína dietética es degradada por la población microbiana del rumen a péptidos, luego a aminoácidos, siendo el amoníaco el producto final. Este compuesto sirve de sustrato para la síntesis de proteína microbiana, en consecuencia, la mayor parte de la proteína que llega al abomaso es de origen microbiano (Nolan y col., 1973). La cantidad y calidad de la proteína disponible para la digestión en

* Ph. D., Asesor Pecuuario IDIAP - Centro Experimental de Gualaca, Chiriquí, República de Panamá.

** Ph. D., Profesor Principal. Department of Dairy Science. The University of Wisconsin, Madison, U.S.A. 53706.

el abomaso y duodeno, depende principalmente del grado de la proteólisis en el rumen. Existen evidencias de que las proteínas de baja solubilidad podrían ser utilizadas más eficientemente por los rumiantes, debido a su menor tasa de degradación en el rumen (Preston y Willis, 1974; Li Pun y Satter, 1975).

Las estimaciones de las tasas de degradación son extremadamente difíciles, debido al problema existente para separar las proteínas provenientes del alimento, de aquellas de origen microbiano. Se han probado diferentes métodos de estimación de la proteína microbiana, tales como el uso de ácidos nucleicos (Mc Allan y Smith, 1969) y la incorporación de isótopos a la proteína microbiana (Walker y Nader, 1968; Beever y col., 1974). Sin embargo, estos métodos son muy laboriosos y algunos no son muy precisos. Una de las formas de conocer la degradación relativa de una proteína es determinando la concentración de nitrógeno soluble en el licor ruminal de animales a los que se les suministra una fuente proteica específica.

El objetivo del presente trabajo fue el de determinar la producción de amoníaco, como índice de la degradación proteica por acción microbiana a partir de cinco fuentes proteicas, utilizando dos métodos diferentes:

- a) *In vivo*, utilizando ovejas fistuladas,
- b) *In vitro*, utilizando fluido ruminal de vacas.

MATERIALES Y METODOS

A) Experimento *in vivo*

Se utilizaron dos ovejas hembras "Black-face", adultas, fistuladas ruminalmente, en un diseño irrestrictamente al azar con arreglo factorial $2 \times 5 \times 2 \times 9$ (animales x fuentes proteicas x ensayos x tiempos de muestreo), en el cual se evaluaron cinco fuentes proteicas: Harina de pescado, harina de soya, harina de linaza, harina de carne y caseinato de sodio.

Las ovejas fueron alimentadas diariamente con 1.5 kg de una ración básica, cuya composición se muestra en el Cuadro 1. Se proveyó agua a libre consumo. Dieciséis horas antes de iniciar la infusión de las fuentes proteicas, se retiró el alimento y, una hora antes, el agua. Cada ensayo consistió en la infusión de 12 g de nitrógeno provenientes de una de las fuentes proteicas a las que se les adicionó una cantidad de almidón equivalente para estandarizar la cantidad de carbohidratos fermentables de las cinco fuentes proteicas. En consecuencia, las fuentes proteicas fueron estandarizadas de acuerdo con su disponibilidad de nitrógeno y de carbohidratos fermentables. La mezcla de la fuente proteica y el almidón se disolvió en un litro de agua a 38°C y la suspensión se vertió a través de la cánula ruminal.

Se tomaron muestras de 20 ml de fluido ruminal a través de la cánula, mediante el uso de jeringas desechables de plástico, conectadas a un tubo de plástico rígido. Las muestras se tomaron aproximadamente del mismo lugar a 20 cm de la fístula en el saco ventral del rumen. Se muestreó previamente a la infusión proteica y a intervalos de 30 minutos por las primeras tres horas y de 60 minutos hasta completar seis horas de muestreo.

Las muestras fueron conservadas añadiendo dos ml de una solución de ácido sulfúrico al 50 por ciento. Luego se filtraron a través de una capa doble de gasa. El filtrado se centrifugó a 19,800 gravedades por 15 minutos. Se determinó la concentración de nitró-

geno amoniacal por el método de destilación a vapor (Bremner y Keeney, 1965).

Cuadro 1. Composición de la dieta básica ofrecida en el experimento *in vivo*.

Ingredientes	%
Alfalfa, harina de	14.8
Remolacha, pulpa de	14.8
Maíz, grano	66.1
Fosfato dicálcico	1.3
Sales minerales	0.5
Sulfato de sodio	0.3
Aglutinante	1.0
Proteína Cruda Total, %	11.8

B) Experimento *in vitro*

Se trabajó con las mismas fuentes proteicas del experimento *in vivo* (parte A), en un diseño irrestrictamente al azar con arreglo factorial 5 x 3 x 2 x 3 (fuentes proteicas x ensayos x repeticiones x tiempo de muestreo). Las muestras fueron incubadas en duplicado durante 6, 12 ó 24 horas y se realizaron tres ensayos similares.

Se incubó 1 g de proteína cruda de cada una de las cinco fuentes proteicas, añadiendo almidón de maíz en cantidades suficientes para estandarizar la cantidad de sustrato fermentable en cada frasco de incubación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cantidad de fuente proteica y almidón de maíz añadida en los frascos de incubación en el experimento *in vitro*.

Fuente Proteica	Cantidad de Sustrato por frasco	Cantidad de almidón de maíz por frasco
Pescado, harina	1.66	1.50
Soya, harina	2.27	0.84
Linaza, harina	2.94	0.42
Caseína	1.08	1.50
Carne, harina	2.00	1.50

Se añadió 40 ml de fluido ruminal de una vaca fistulada, a cada uno de los frascos de incubación de 125 ml, previa filtración a través de una capa de gasa.

A cada frasco se le añadió 30 ml de una solución tampón (Cuadro 3) y luego se les selló con tapones de hule, provistos con válvulas Bunsen. Los frascos fueron incubados en un baño maría con agitación continua a 38°C por 6, 12 ó 24 horas. Se detuvo la fermentación añadiendo 1 ml de ácido sulfúrico (50% v/v) a cada frasco. Después de la incubación, los contenidos de cada frasco se filtraron a través de una capa de gasa y se centrifugaron a 17,000 gravedades por 15 minutos.

Cuadro 3. Composición de la solución tampón utilizada en el experimento *in vitro*.

Ingredientes	g/l
Fosfato de potasio (monobásico)	18.90
Fosfato de potasio (dibásico)	8.40
Cloruro de sodio	1.68
Sulfato de sodio	1.40
Sulfato de magnesio (anhidro)	0.17
Cloruro de calcio (anhidro)	0.17

Las determinaciones de nitrógeno amoniacal se realizaron por destilación, según el método de Kjeldahl (AOAC, 1970), utilizando óxido de magnesio pesado como catalizador.

RESULTADOS Y DISCUSION

A) Experimento *in vivo*

La concentración de nitrógeno amoniacal obtenida de las cinco fuentes proteicas se muestra en el Cuadro 4 y en la Figura 1. Se observó que la concentración de amoníaco ruminal a partir del momento de la infusión, varió significativamente ($P < .01$). Cuando se usó caseína, ocurrió el cambio más grande en la concentración de amoníaco ruminal ($P < .05$). La harina de linaza produjo una concentración de amoníaco significativamente mayor que la harina de pescado ($P < .05$), pero no diferente a la producida por la harina de soya ó la harina de carne ($P > .05$).

Cuadro 4. Cambios ^a en la concentración de N-NH₃ (mg/100 ml) con respecto al tiempo de infusión en el fluido ruminal de ovinos alimentados intrarruminalmente con cinco diferentes fuentes proteicas.

Fuente Proteica Tiempo Post-infusión (h)	Harina de Pescado	Harina de Soya	Harina de Linaza	Caseína	Harina de Carne
	mg/100 ml				
0.5	2.59	5.59	5.34	5.01	2.59
1.0	4.14	8.67	9.22	12.75	5.29
1.5	2.78	10.33	12.40	13.77	6.70
2.0	0.35	12.71	13.57	18.02	11.10
2.5	-3.40	14.84	14.08	24.41	9.51
3.0	-5.19	11.59	13.42	24.54	8.22
4.0	-3.64	8.09	11.67	27.16	5.38
5.0	-2.15	0.59	9.34	37.71	3.33
6.0	-1.00	-0.93	8.98	33.67	0.26
\bar{X}	-0.39 c	7.94 b,c	10.89 b	21.89 a	5.82 b,c

^a Promedio de cuatro observaciones.

a, b, c Promedios que tienen la misma letra no son diferentes significativamente ($P > .05$).

Se encontraron variaciones considerables en las concentraciones de amoníaco dentro de tratamientos. Es de importancia conocer las curvas de producción de amoníaco cuando se proveen diferentes fuentes proteicas, especialmente si se les asocia con fuentes de nitrógeno no proteico. Por ejemplo, los compuestos que producen picos altos de producción de amoníaco en etapas tempranas no serían tan útiles como otros que liberen el amoníaco más lentamente. Existen algunas evidencias en la literatura en ese sentido (Ørskov, Fraser y Coarse, 1970; Preston, 1974; Li Pun y Satter, 1975). Seoane y Moore (1964) observaron en novillos, que la alimentación con harina de soya, resultó en concentraciones de amoníaco 2.5 veces mayor a las dos horas después de haber recibido el suplemento, que cuando se proveyó harina de pescado.

Los cambios relativos en la concentración de amoníaco causado por proteínas de diferente solubilidad están en el rango de lo encontrado por varios autores (McDonald, 1952; Chalmers y col., 1954; McDonald y Hall, 1957; El Shazly, 1958; Chalmers y Marshall, 1964; Mangan, 1972).

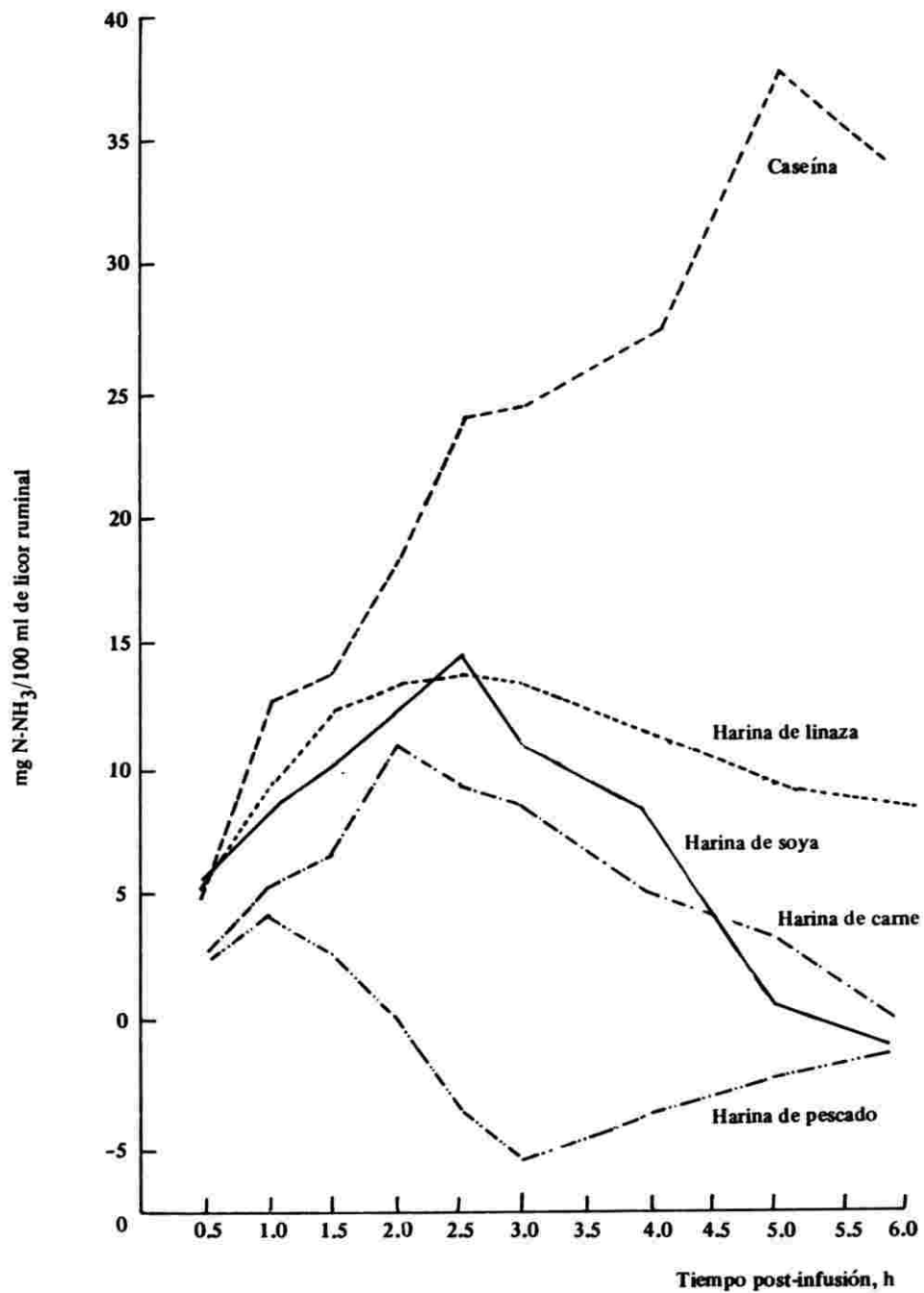


Figura 1. Producción de amoníaco de cinco diferentes fuentes proteicas después de su infusión por vía ruminal en ovinos.

El retardo en la aparición del pico de la curva de concentración de amoníaco luego de la infusión de caseína (Figura 1) pudo ser debido a la cantidad relativamente grande de almidón que se administró junto con la caseína. Sin el almidón, se esperaría un pico más alto y más temprano, en el caso de la caseína, ya que el almidón es una fuente de energía de disponibilidad alta y rápida para los microorganismos ruminales, por lo que cuando éstos utilizan el almidón, usan también el amoníaco para la síntesis microbiana. En consecuencia, la concentración del amoníaco en el rumen disminuye en presencia de una alta disponibilidad de almidones. La mayor parte del almidón, probablemente fue utilizado de dos a cuatro horas después de la infusión, luego de las cuales, la absorción de amoníaco por los microorganismos decrece, y el amoníaco se acumularía. Esta tendencia ha sido observada por otros investigadores (Lewis y McDonald, 1958; El Shazly, 1958).

El Shazly (1958) observó que la producción de amoníaco a partir de la caseína alcanzó su pico a las siete horas después de la infusión. Este estuvo precedido de un pico más pequeño a las cuatro horas. En el mismo experimento, la harina de carne, la harina de linaza y la harina de pescado produjeron un pico de producción de amoníaco a las tres horas.

Los patrones de producción de amoníaco en el presente experimento concuerdan con los de la literatura. La harina de pescado produjo muy poco amoníaco, indicando que probablemente fue muy poco degradada en el rumen. Existen ciertas evidencias de que la solubilidad proteica y el rendimiento animal están relacionados (Ørskov, Fraser y McDonald, 1970; Li Pun y Satter, 1975). Esto se debe posiblemente a una menor proteólisis en el caso de proteínas de baja solubilidad (Chalmers, 1964; Whitelaw y col., 1964; Hume, 1974). Como los métodos para evaluar la degradación proteica son muy complicados y de difusión limitada, la producción de amoníaco (que refleja la solubilidad proteica) puede ser un indicador de la tasa relativa de degradación proteica. Se debe conocer, sin embargo, que la concentración de amoníaco en un momento dado será dependiente de: (1) la tasa de desaminación de aminoácidos, (2) absorción del amoníaco por los microorganismos, (3) absorción del amoníaco a través del retículo-rumen, (4) pasaje del amoníaco al abomaso y al resto del tubo gastrointestinal, y (5) la recirculación del amoníaco y urea vía saliva y a través de la pared ruminal (Chalupa, 1972). De estos factores, el primero es el más importante cuando se utilizan dietas de contenido proteico medio o alto. En consecuencia, la concentración del amoníaco en el fluido ruminal puede servir como índice de degradación relativa de fuentes proteicas por los microorganismos ruminales.

En el presente experimento, las grandes diferencias en la producción de amoníaco, reafirman la necesidad de considerar las características de las proteínas para evitar la degradación por acción microbiana. Cuando se usan proteínas de alta calidad como suplemento de raciones para rumiantes, no solamente es importante la composición de aminoácidos en la proteína, sino también la característica de la proteína para escapar a la degradación microbiana. Estas consideraciones han sido demostradas por varios investigadores con diferentes tipos de animales y diferentes suplementos proteicos (Miller, 1973; Faichney, 1974; Li Pun y Satter, 1975).

B) Experimento *in vitro*

Los incrementos en la producción de amoníaco, sobre el control de cero horas se observan en el Cuadro 5 y en la Figura 2.

Cuadro 5. Producción de amoníaco ^a a partir de cinco fuentes proteicas incubadas en licor ruminal *in vitro*.

Fuente Proteica	Harina de Pescado	Harina de Soya	Harina de Linaza	Caseína	Harina de Carne	E. S.
Tiempo de incubación (h)	mg N-NH ₃ /100 ml de fluido ruminal					
6	16.31	15.33	10.55	20.61	24.35	± 1.08
12	15.58	31.16	16.32	42.01	25.39	± 2.04
24	15.70	56.67	33.37	111.01	37.41	± 6.43

^a Promedio de seis observaciones

Después de seis horas de incubación, no se observaron diferencias significativas en la producción de amoníaco entre las cinco diferentes fuentes proteicas. Sin embargo, después de las 12 y 24 horas, se pudo observar que la caseína y la harina de soya produjeron más amoníaco que las otras fuentes. Similarmente las muestras que contenían caseína produjeron más amoníaco que aquellas que contenían harina de soya, tanto a las 12 como a las 24 horas de incubación. Adicionalmente la diferencia en producción de amoníaco entre la harina de pescado y la harina de carne, fue significativa, ($P < .05$) sólo después de 24 horas de incubación.

Figura 2

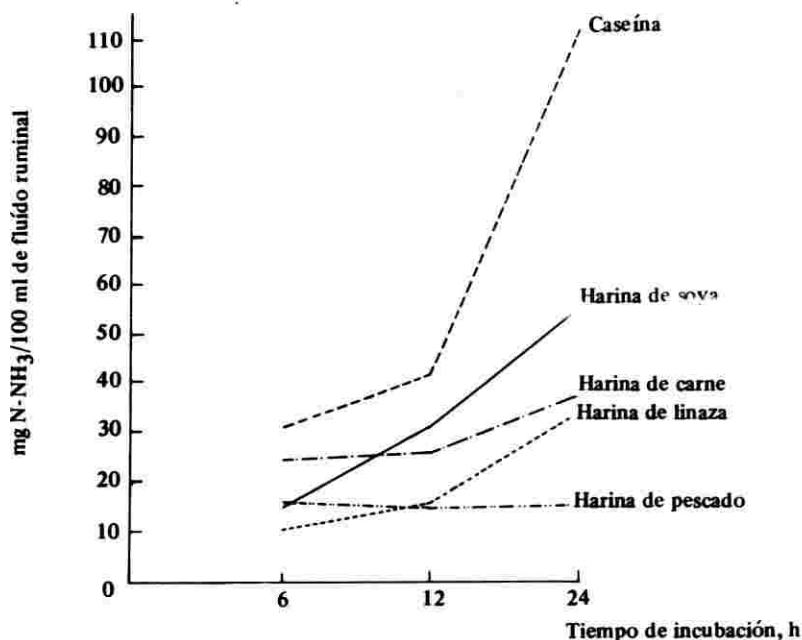


Figura 2. Producción de amoníaco a partir de cinco fuentes proteicas incubadas en licor ruminal.

La falta de diferencias significativas en la producción de amoníaco entre las cinco fuentes proteicas a las seis horas se puede deber a la adición de almidón. Está demostrado que el almidón reduce la concentración de amoníaco en el licor ruminal al incrementarse la absorción del nitrógeno soluble por los microorganismos ruminales (Head, 1953; El Shazly, 1958; Lewis y McDonald, 1958). Este puede haber sido el caso en el presente trabajo. Posteriormente, al incrementarse el período de incubación y consumirse los sustratos, el amoníaco se acumuló en el medio. Después de 24 horas de incubación, existieron diferencias en la cantidad de amoníaco producido a partir de las diferentes fuentes proteicas.

El orden del grado relativo de degradación proteica *in vitro*, concuerda con los resultados del experimento *in vivo*. En este experimento, aparentemente la harina de carne y la de linaza fueron degradadas similarmente. Se debe reconocer que los resultados de experimentos *in vivo* e *in vitro*, no necesariamente deben ser similares. En la situación *in vitro*, no existe recirculación de nitrógeno, ni movilización de los productos de la fermentación. En consecuencia, los estimados de degradación proteica de las fuentes en estudio podrían ser diferentes.

CONCLUSIONES

1. Los resultados del estudio efectuado en ovinos, sugieren que la harina de pescado y la harina de carne fueron menos degradados que la harina de soya, harina de linaza y caseína.
2. Los estudios *in vitro* sugieren que luego de 24 horas de incubación la caseína y la harina de soya son extensamente degradadas; la harina de carne y la harina de linaza en menor grado, y la harina de pescado es escasamente degradada.

ABSTRACT

Two experiments were carried out to measure ruminal ammonia production from five different protein sources, as an index of protein degradation by rumen microbes. In the first experiment, two rumen fistulated ewes were used in a 2 x 5 x 2 x 9 (animals x protein sources x trials x sampling times) factorial design. Five proteins of variable solubilities were used: fishmeal, soybean meal, linseed meal, meat scraps and casein. Changes in ruminal ammonia concentration were measured during a six-hour period to determine ammonia concentration curves which were used as indicators of the relative degradation of the protein sources in the rumen. Casein produced greater changes in ammonia concentration than the other protein sources ($P < .01$). Linseed meal, soybean meal and meat scraps were degraded to a lesser extent. Fishmeal, apparently was the least degraded source, because it produced negative changes in ruminal ammonia concentrations in relation to the time of infusion. In the second experiment, a series of incubation trials with rumen liquor from a fistulated cow, were conducted with the same protein sources utilized in the *in vivo* experiment. A 5 x 3 x 2 x 3 (protein sources x trials x repetitions x incubation times) factorial design was utilized. There were significant differences in ammonia production from the different sources starting after 12 hours of incubation. At the 24 hours incubation period there were significant differences in ammonia production, this indicating that probably casein was the most degraded protein, followed by soybean meal, linseed meal and meat scraps. Apparently, fish

meal was the least degraded protein. From both experiments, the responses were similar, it was concluded that being casein the most degraded protein source and fish meal the least degraded. Soybean meal, linseed meal and meat scraps showed intermediate values in relation to the other two protein sources.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Manuel E. Ruiz e Ing. Danilo Pezo, del CATIE y al Lic. Manuel H. Ruiloba del IDIAP, por sus valiosas sugerencias en la revisión del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- BEEVER, D. E.; HARRISON, D.C.; THOMSON, D.J.; y OSBOURN, S.B. A method for the estimation of dietary and microbial protein in duodenal digesta of ruminants. *British Journal of Nutrition* 32:99. 1974.
- BREMNER, J.M. y KEENEY, D.R. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytical Acta* 31:485. 1975.
- CHALMERS, M.I.; CULHBERSON, D.P. y SYNGE, R.L. Ruminal ammonia formation to the protein requirements of sheep. II. Comparison of casein and herring meal supplements. *Journal of Agricultural Science* 44:254. 1956.
- _____ y MARSHALL, S.B.M. Ruminal ammonia formation in relation to the utilization of groundnut meal and herring meal as protein sources for milk production. *Journal of Agricultural Science* 63:277. 1964.
- CHALUPA, W. Metabolic aspects of nonprotein nitrogen utilization in ruminant animals. *Federation Proceedings* 31:1152. 1972.
- EL SHAZLY, K. Studies on the nutritive value of some common Egyptian feeding stuffs. 1. Nitrogen retention and ruminal ammonia curves. *Journal of Agricultural Science* 51:149. 1958.
- _____ y HUNGATE, R.E. Method for measuring diamino-pimelic acid in total rumen contents and its application to the estimation of bacterial growth. *Applied Microbiology* 14:27. 1966.
- FAICHNEY, G.J. Effects of formaldehyde treatment of casein and peanut meal supplements on amino acids in digesta and plasma of lambs and sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 25:583. 1974.

- HEAD, M.J. The effect of quality and quantity of carbohydrate and protein in the ration of sheep on the digestibility of cellulose and other constituents of the ration with a note on the effect of adding vitamins of the B-complex on the digestibility and retention of the nutrients of a hay ration. *Journal of Agricultural Science* 43:281. 1953.
- HUME, I.D. The proportion of dietary protein escaping degradation in the rumen of sheep fed on various protein concentrates. *Australian Journal of Agricultural Research* 25:155. 1974.
- LEWIS, D. y McDONALD, I.W. The inter-relationships of individual proteins and carbohydrates during fermentation in the rumen of the sheep. The fermentation of casein in the presence of starch or other carbohydrate materials. *Journal of Agricultural Science* 51:108. 1958.
- LI PUN, H.H. y SATTER, L.D. Effect of protein source on plasma free amino acid concentration in ruminants. *Journal of Dairy Science* 58:778 (abstract). 1975.
- MANGAN, J.L. Qualitative studies on nitrogen metabolism in the rumen. The rate of proteolysis of casein and ovoalbumin and the release and metabolism of free amino acids. *British Journal of Nutrition* 27:261. 1972.
- McALLAN, A.B. y SMITH R. H. Nucleic acid metabolism in the ruminant. Determination of nucleic acid in digesta. *British Journal of Nutrition* 23:671. 1969.
- McDONALD, I.W. The role of ammonia in ruminal digestion of proteins. *Biochemistry Journal* 51:86. 1952.
- _____ y HALL, R.J. The conversion of casein into microbial proteins in the rumen. *Biochemistry Journal* 67:400. 1957.
- MILLER, E.L. Evaluation of foods as sources of nitrogen and amino acids. *Proceedings of the Nutrition Society* 32:79. 1973.
- NOLAN, J.V.; NORTON, B.W. y LENG, R. A. Nitrogen Cycling in sheep. *Proceedings of the Nutrition Society* 32:93. 1973.
- ØRSKOV, E.R.; FRASER, C. y McDONALD, I.W. The effect on protein utilization of feeding different protein supplements via the rumen or via the abomasum in young growing sheep. *British Journal of Nutrition* 24:803. 1970.
- PRESTON, T.R. y WILLIS, M.B. *Intensive beef production*. 2nd ed. Pergamon Press, Oxford, England. 1974.
- SEOANE, J.R. y MOORE, J.E. Effects of fishmeal on nutrient digestibility and rumen fermentation of high-roughage rations for cattle. *Journal of Animal Science* 29:972. 1969.
- WALKER, D.J. y NADER, C.J. Method for measuring microbial growth in rumen content. *Applied Microbiology* 16:1124. 1968.

WHITELAW, F.G.; PRESTON, T.R. y McLEOD, N.A. The relative value of four different fish meal products as the mayor protein source in the diet. Animal Production 6:25. 1964.

CIENCIA AGROPECUARIA

Número 2

Octubre, 1979

CIENCIAS AGRICOLAS

- Encalado en suelos ácidos de Panamá con alto contenido de aluminio intercambiable. I. Finca Experimental de Calabacito. — Benjamín Name y Daniel Batista 1 - 14
- Estudio de variedades de ajonjolí, girasol y maní en dos localidades de Panamá. — Gaspar A. Silvera, Adaías González y Franklin Pineda. 15 - 26

CIENCIAS PECUARIAS

- Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. I. Productividad de carne bovina. — Carlos M. Ortega y Claudio Samudio 27 - 40
- Productividad de cuatro gramíneas tropicales bajo tres niveles de nitrógeno en Panamá. II. Producción de materia seca y contenido proteínico. — Carlos M. Ortega y Claudio Samudio 41 - 50
- Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. II. Subproductos y desechos de origen vegetal. — Elizabeth De F. de Ruiloba y Manuel E. Ruíz 51 - 72
- Efectos de la melaza sobre la utilización de la caña de azúcar integral en novillos de engorde. — Manuel H. Ruiloba, Carlos Pitty y Luis Hertentain 73 - 84
- Producción de amoníaco ruminal *in vivo* e *in vitro* a partir de cinco diferentes fuentes proteínicas. — Héctor H. Li Pun y Larry D. Satter 85 - 96