



Instituto de Investigación  
Agropecuaria de Panamá

**IDIAP**

**CIENCIA  
AGROPECUARIA**

**N°1**

**Octubre 1978**

# INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA

## DIRECCION GENERAL

CARMEN DAMARIS CHEA, Ing. Agr.

DIRECCION AGRICOLA ..... Félix Estrada, Ing. Agr.  
DIRECCION PECUARIA ..... Santiago Ríos, M. V., M.Sc.  
ASESORES TECNICOS ..... Héctor H. Li Pun, Ph. D.  
Jack Dee Traywick, Ph. D.

---

## PERSONAL TECNICO

### CIENCIAS AGRICOLAS

Rolando Lasso G., Ing. Agr., Ph. D., Fitomejorador  
Blas Palomino, Agr., Asistente  
Gaspar Silvera, Ing. Agr., Ph. D., Fitomejorador  
Adaias González, Agr., Asistente  
Germán De León, Ing. Agr., M. Sc., Fitomejorador  
Daniel Pérez, Agr., Asistente  
Alberto Perdomo, Ing. Agr., Ph. D., Entomólogo  
Leonel Araúz, Agr., Asistente  
Eric Candanedo Lay, Ing. Agr., M. Sc., Nematólogo  
Gregorio Aranda, Agr., Asistente  
Benjamín Name, Ing. Agr., M. Sc., Suelos  
Daniel Batista, B. Ciencias, Asistente  
Roberto Rodríguez, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Franklin Atencio, Agr., Asistente  
Ricardo Morales, Ing. Agr., (P) Investigador Agrícola  
José R. Araúz, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Juan C. Ruíz, Agr., Asistente  
Andrés González, Agr., Asistente  
Rafael Flores, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Gonzalo González J., Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Carlos Herrera, Agr., Asistente  
Gabriel Von Lindeman, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Alfonso Singh, Lic. Qm., Investigador Agrícola  
Jorge González, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Araíz Cajar, Ing. Agr., Investigador Agrícola  
Jacinto López, Agr., Asistente  
Oscar Rodríguez, Agr., Asistente

### CIENCIAS PECUARIAS

Carlos M. Ortega, D. T. A., Agrostólogo  
Delia Jiménez, B. Ciencias, Asistente  
Luis Martínez, Agr., Asistente  
Pablo Mercado, Agr., Asistente  
Bolívar R. Pinzón, Ing. Agr., M. Sc., Suelos  
Rubén D. Montenegro, Agr., Asistente  
Alvaro A. Vargas, Ing. Agr., Investigador Pecuario

INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA  
DE PANAMA (IDIAP)

CIENCIA AGROPECUARIA

Número 1

Octubre, 1978

---

La revista CIENCIA AGROPECUARIA es una publicación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP) e inicialmente tendrá una periodicidad irregular. En ella se presentan trabajos de investigaciones científicas llevados a cabo por técnicos nacionales y extranjeros que se dedican a las ciencias agrícolas y pecuarias.

El costo por ejemplar de CIENCIA AGROPECUARIA es de B/.3.50. Para las suscripciones y copias debe dirigirse a:

BIBLIOTECA IDIAP  
Apartado Postal No. 58  
Santiago de Veraguas  
República de Panamá

---

**INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIA DE PANAMA**

---

**CIENCIA AGROPECUARIA**

**EDITOR:**

**Elizabeth De F. de Ruiloba, M. Sc.**

**ASESORES A LA EDICION:**

**Carmen D. Chea; Ing. Agrónomo**

**Héctor H. Li Pun, Ph. D.**

**Alberto Perdomo, Ph. D.**

**Manuel H. Ruiloba, M. Sc.**

**COMITE DE REVISION TECNICA**

**Gustavo Cubillos, Ph. D., Depto. Ganadería, CATIE, Costa Rica**

**Manuel E. Ruíz, Ph. D., Depto. Ganadería, CATIE, Costa Rica**

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

**Santiago Ríos, M. Sc., Director de Ciencias Pecuarias - IDIAP**

**Gaspar Silvera, Ph. D., Investigador del IDIAP**

**Eric Candanedo, M. Sc., Investigador del IDIAP**

**Rolando Lasso, Ph. D., Investigador del IDIAP**

**Jorge Jonás, Ing. Agr., M. Sc., Univ. de Panamá - Corporación Bayano-Panamá**

**COMITE EDITORIAL DEL IDIAP**

**Irma Arjona, M. Sc., Coordinadora**

**Jorge González, Ing. Agrónomo**

**Alberto Perdomo, Ph. D.**

**Elizabeth de Ruiloba, M. Sc.**

**Manuel H. Ruiloba, M. Sc.**

## 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, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Resumen (Inglés) y Referencias Bibliográficas.

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

\*Llamada a pie de página: Se utilizará para indicar información relacionada con el trabajo, presentación en Congresos o Reuniones Científicas.

**AUTORES:** Hacia el lado derecho de la página, después del título y se indicará con nombre y apellido, en orden, primer autor, coautor o colaborador importante.

\*\*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 unas 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 y 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 (arábicos) y con su respectiva leyenda.

Las notas de pie de cuadro o figuras se recomienda hacerlas con letras en minúsculas.

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

**AGRADECIMIENTO:** Si el autor lo desea, se incluirá el nombre de personas e instituciones que colaboraron en el desarrollo del trabajo.

**RESUMEN:** (En Inglés) Si el autor lo prefiere, el Comité Editorial se encargará de la redacción en inglés.

**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. 117p.

### **ESTILO DEL ESCRITO CIENTIFICO**

El artículo se escribirá en papel blanco (8-1/2 x 11"), 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.

EFECTOS DE LA FERTILIZACION FOSFATADA EN LA PRODUCCION DE MATERIA SECA Y COMPOSICION QUIMICA DEL KUDZU TROPICAL [*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth]\*

C. M. Ortega\*\* y C. E. Samudio\*\*\*

Se estudió el efecto de aplicaciones de fósforo en el Kudzú Tropical desde 0 hasta 300 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año, sobre la producción de materia seca y composición química. La aplicación del fertilizante incrementó significativamente ( $P < .01$ ) los rendimientos de materia seca desde 5.41 Tm/Ha/año en el tratamiento testigo hasta 10.41 Tm/Ha/año con 250 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año, ajustándose dicha respuesta a una función de tipo gamma positiva. Los rendimientos mostraron diferencias significativas ( $P < .01$ ) entre cortes y estuvieron altamente correlacionados con la precipitación pluvial. La fertilización fosfatada, no incrementó en forma acentuada el contenido de proteína cruda; sin embargo, la variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ), desde 12.97% de proteína en el quinto corte (26/5/73) hasta 17.82% en el sexto corte (25/7/73). El contenido de fósforo en la materia seca aumentó significativamente ( $P < .01$ ) con las aplicaciones de  $P_2O_5$  desde 0.18% en el tratamiento testigo hasta 0.27% al aplicar 300 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año, ajustándose tal respuesta a una curva de raíz cuadrática positiva. Su variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ) desde 0.26% en el tercer corte (26/1/73) a 0.21% en el sexto corte (25/7/73). El contenido de calcio en la materia seca mostró diferencias significativas ( $P < .05$ ) entre tratamientos, pero no se detectó una tendencia definida. La variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ) desde 0.68% en el cuarto corte (27/3/73) a 0.40% en el quinto corte (26/5/73). El contenido de magnesio no fue afectado significativamente por las aplicaciones de  $P_2O_5$ , pero su variación estacional fue

El empleo de leguminosas forrajeras adaptadas al medio constituye un factor importante para la conformación de praderas mixtas que permitan incrementar económicamente la productividad animal en Panamá.

El Kudzú Tropical [*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth] fue introducido al país en la década del 50 y utilizado en alimentación animal, pero no existen estudios sobre su comportamiento, excepto por las observaciones de algunos ganaderos sobre su persistencia bajo pastoreo por varios años (Rattray, 1972).

El Kudzú no parece ser exigente en cuanto a textura, composición y pH del suelo. En Puerto Rico, ha crecido satisfactoriamente en suelos arcillosos con pH de 4.5, extendiendo sus raíces a más de 1.35 m de profundidad. También se cultivó con buenos resultados en suelos arenosos y arcillosos (con pH de 4.6 y 5.1, respectivamente) considerados improductivos y deficientes en calcio y fósforo. (Telford y Childers, 1947).

---

\* Trabajo presentado en la 4a. Reunión Anual de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA), Panamá, 9-11 de abril de 1976.

\*\* D.T.A., 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).

Abruña y Figarella (1957) estudiaron los efectos de la fertilización con calcio y fósforo sobre el rendimiento y composición química de un pasto mixto y encontraron que el rendimiento y contenido de proteína del Kudzú aumentaron cuando se aplicó calcio, pero no se afectó su contenido ni de calcio ni de fósforo. Las aplicaciones de fósforo no afectaron ni el rendimiento de materia seca ni el contenido de proteína y calcio.

Al estudiar el establecimiento de leguminosas en el trópico húmedo del norte de Queensland, Australia, Groff (1966) encontró que el Kudzú y otras leguminosas tropicales, requieren niveles altos de fósforo en una gran variedad de suelos, durante la etapa temprana de crecimiento.

El Kudzú Tropical asociado con gramíneas, puede agregar al suelo más de 300 Kg de N/Ha/año (Semple, 1970) y se ha comprobado su adaptación y valor en distintas localidades de Panamá como Buena Vista, David, Gualaca (SICAP, 1955) y Penonomé (SICAP, 1958). Debido a estas condiciones se realizó el presente estudio con el propósito de precisar el nivel óptimo de fertilización fosfatada para su establecimiento y el efecto de dicha fertilización sobre su composición química.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Gualaca ubicado en tierras bajas del litoral Pacífico de Panamá, donde la temperatura promedio anual es de 26.3°C. La precipitación pluvial promedio anual es de 4,000 mm. La composición química del suelo se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química del suelo de las parcelas experimentales.

COMPONENTE	CONTENIDO
P	1.0 ppm
K	41.0
Fe	52.0
Cu	8.0
Mn	22.0
Zn	1.2
-----	
Ca	4.0 meq %
Mg	1.02
Al	0.20
-----	
Materia Orgánica	5.20 %
N	0.17
-----	
pH	5.3

Se emplearon 44 parcelas de 5 m x 5 m cada una, a las cuales se les aplicó 11 niveles de fósforo (en forma de superfosfato triple, 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los niveles de fertilización fosfatada eran de 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 y 300 Kg de

$P_2O_5$ /Ha/año. Las aplicaciones de fósforo se hicieron conjuntamente con una fertilización base de 100 Kg de  $K_2O$ /Ha/año, inmediatamente antes de la siembra; ésta se efectuó a razón de 4 Kg de semilla de Kudzú por hectárea en surcos espaciados a 0.80 m. Durante su desarrollo fue necesario controlar ataques de insectos comedores como la "arriera" (*Atta sexdens*) y la "Chinilla" (*Diabrotica balteada*), pero no ocurrieron enfermedades fungosas.

El presente trabajo se realizó del 30 de junio de 1972 hasta el 25 de julio de 1973. El primer corte se efectuó a los 90 días de edad y los cortes siguientes, a intervalos de 60 días. El corte se efectuó a 0.15 m de altura con una segadora autopropulsada frontal (marca Allen). Para controlar los efectos de bordes se descartaron los dos surcos externos y 0.50 m en los extremos de todos los surcos, dejando una parcela útil de 12.80 m<sup>2</sup>.

En cada uno de los seis cortes realizados se tomaron muestras del material vegetativo por tratamiento, analizando separadamente muestras compuestas de los bloques I y II, y de los bloques III y IV. Las muestras se analizaron para determinar sus contenidos de materia seca, fósforo, magnesio, calcio y proteína cruda (AOAC, 1970).

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las diferencias entre los promedios de los tratamientos se establecieron mediante la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de materia seca aumentó significativamente por efecto del fertilizante ( $P < .05$ ).

Aunque los mayores rendimientos (10.13, 10.41, 10.24 Tm/Ha) fueron obtenidos con aplicaciones de 200, 250 y 300 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año, respectivamente (Cuadro 2), éstos no fueron significativamente diferentes de los obtenidos con 100, 125, 150 y 175 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año. Estos últimos tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca (Tm/Ha)

DOSIS DE FERTILIZANTE $P_2O_5$ /Ha	MATERIA SECA PROMEDIO (Tm/Ha)
0	5.41 a
25	7.82 b
50	8.99 bc
75	7.93 b
100	9.53 cd
125	9.59 cd
150	9.51 cd
175	9.59 cd
200	10.13 cd
250	10.41 d
300	10.24 cd

abcd Valores promedio con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

Los rendimientos variaron desde 5.41 Tm de materia seca por hectárea por año en el tratamiento testigo, hasta 10.41 Tm/Ha/año en el tratamiento con 250 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año. Los mayores rendimientos obtenidos coinciden con los alcanzados en Colombia por Lotero y Bernal (1969), y confirman la respuesta del Kudzú a las aplicaciones de fertilizante fosfatado en la costa nororiental de Queensland, Australia (Humphreys, 1969).

La respuesta en la producción de materia seca a las dosis de fósforo se ajustó a una función de tipo gamma. El incremento de materia seca fue muy marcado hasta los 10 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año. Posteriormente siguió aumentando en forma lenta aún con las dosis más altas ( Fig. 1 )

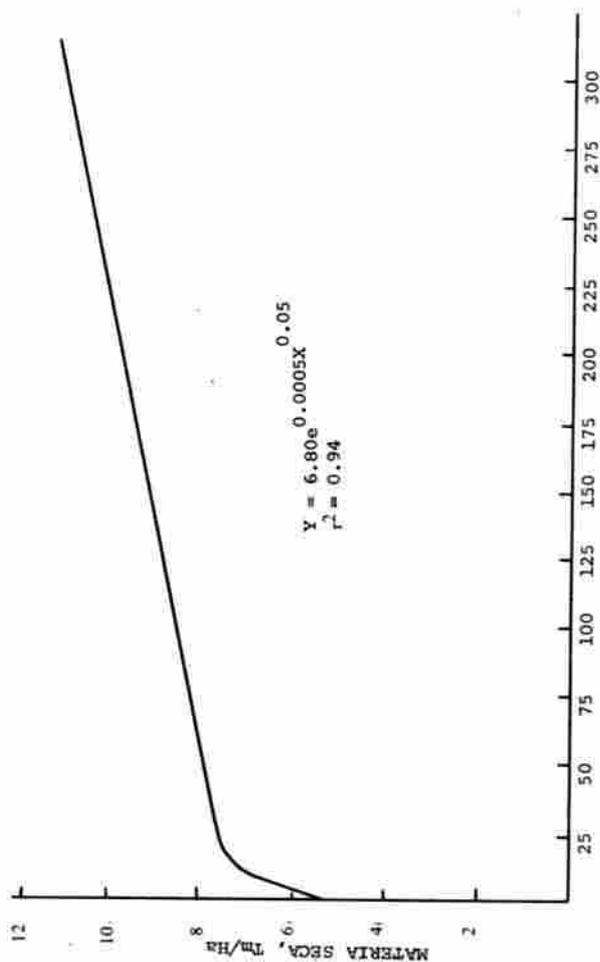


Figura 1. Efecto de la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de materia seca del Kudzú

La producción estacional de materia seca mostró diferencias significativas ( $P < .01$ ) obteniéndose el menor rendimiento durante el período de menor de precipitación pluvial (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rendimiento de materia seca y precipitación pluvial estacional.

PERIODOS	PRECIPITACION, mm	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA, T <sub>m</sub>
Jun. 30/72–sept. 28/72	984.4	4.68 c
sept. 29/72–nov. 27/72	1,266.0	7.89 ab
nov. 28/72–ene. 26/73	174.5	7.57 ab
ene. 27/73–mzo. 27/73	139.0	0.70 d
mzo. 28/73–mayo 26/73	429.6	6.81 b
mayo 27/73–julio 25/73	1,212.5	8.40 a

abcd Valores promedio con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

El incremento de componentes climáticos como radiación, horas de luz solar, temperatura y evaporación probablemente ejerció un efecto deprimente sobre la producción de materia seca al coincidir tales incrementos con los períodos de menor precipitación pluvial. (Fig. 2).

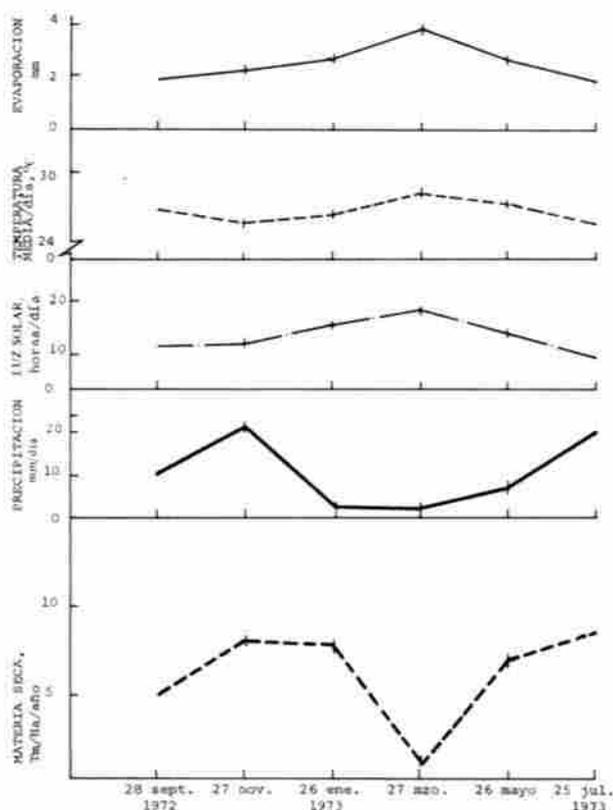


Figura 2. Producción de materia seca y promedios diarios por período de la precipitación, luz solar, temperatura y evaporación del Kudzú.

Las diferencias observadas en la composición química entre cortes (Cuadro 5) fueron significativas ( $P < .01$ ), encontrándose también diferencias significativas entre tratamientos para los elementos estudiados con excepción del magnesio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización fosfatada en la composición química del Kudzú ( en base a materia seca, %) )

TRATAMIENTO Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PROTEINA CRUDA	FOSFORO	CALCIO	MAGNESIO
0	15.04 cd	0.182 a	0.46 b	0.40 a
25	14.83 d	0.197 a	0.53 ab	0.37 a
50	15.27 abcd	0.224 bc	0.48 ab	0.40 a
75	15.21 bcd	0.220 b	0.45 b	0.41 a
100	16.12 ab	0.232 bcd	0.50 ab	0.43 a
125	15.63 abcd	0.237 bcd	0.56 a	0.41 a
150	16.25 a	0.243 de	0.50 ab	0.43 a
175	15.79 abcd	0.240 cde	0.51 ab	0.38 a
200	15.50 abcd	0.257 ef	0.49 ab	0.42 a
250	16.06 abc	0.266 f	0.48 ab	0.42 a
300	15.91 abc	0.271 f	0.43 c	0.43 a

abcd Valores con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

Aún cuando existieron diferencias estadísticamente significativas en la composición química en algunos tratamientos, las aplicaciones del fertilizante fosfatado no tuvieron un efecto definido sobre el contenido de proteína cruda y calcio del Kudzú. El contenido de fósforo aumenta ajustándose a una función tipo raíz cuadrática (Fig. 3).

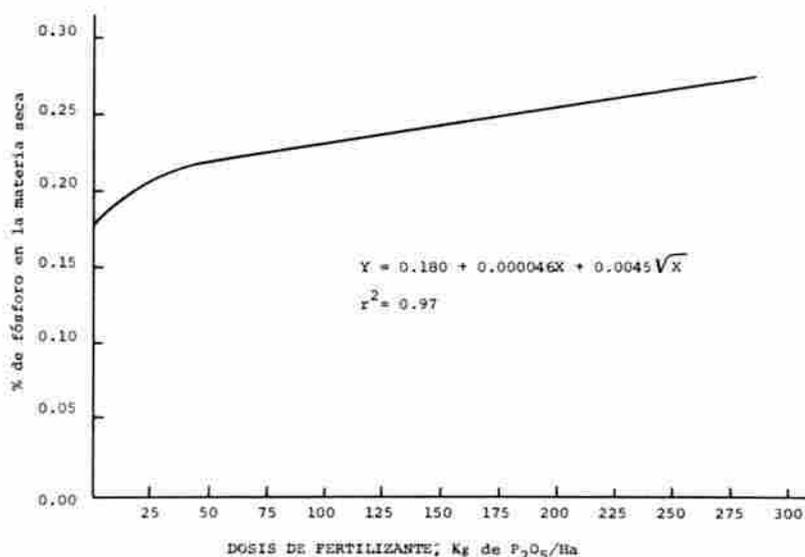


Figura 3. Relación entre porcentajes de fósforo en la materia seca del Kudzú y la fertilización fosfatada

El contenido de magnesio no fue significativamente afectado por las dosis de  $P_2O_5$  empleadas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Neme y Nery (1966).

La tendencia en la producción de materia seca y el contenido de proteína cruda y fósforo fue descender durante la estación seca (enero-abril), mientras el contenido de calcio y magnesio se elevó al máximo durante el mismo período (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de la variación estacional sobre el rendimiento de materia seca y la composición química (%) del Kudzú Tropical. (Promedio de tratamientos por corte).

PERIODOS	Materia Seca, Tm/Ha	Proteína Cruda	FOSFORO	CALCIO	MAGNESIO
30 jun. 72-28 sept. 72	4.68 c	17.59 a	0.231 bed	0.56 b	0.45 a
29 sept. 72-27 nov. 72	7.89 ab	17.20 ab	0.242 ab	0.46 bc	0.36 d
28 nov. 72-26 ene. 73	7.57 ab	14.92 c	0.260 a	0.42 cd	0.43 abc
27 ene. 73-27 mzo. 73	0.70 d	13.10 d	0.223 bede	0.68 a	0.45 ab
28 mzo. 73-26 mayo 73	6.81 b	12.97 d	0.235 abc	0.40 cd	0.36 d
27 mayo 73-25 jul. 73	8.40 a	17.82 a	0.208 de	0.42 cd	0.41 abed

abede Valores con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

La composición química promedio anual, incluyendo todos los tratamientos fue la siguiente: Proteína, 15.6%; fósforo, 0.23%; calcio, 0.49% y magnesio, 0.40%. Neme y Nery (1966) obtuvieron valores de 15.40% para proteína cruda, 0.139% para fósforo y 1.58% para calcio. La discrepancia en los valores para fósforo puede deberse a que dichos autores utilizaron una dosis menor de fertilizante fosfatado (100 Kg de  $P_2O_5$ /Ha) además de las diferencias en la composición del suelo. En cuanto al calcio en dicho trabajo, la interacción N-P-K produjo el mayor porcentaje de calcio en la materia seca (1.72%), y el tratamiento testigo alcanzó un valor mayor para calcio (1.34%), que los obtenidos en el presente trabajo.

### CONCLUSIONES

1. El Kudzú Tropical responde bien a las aplicaciones de fósforo aún en los suelos rojos de la vertiente del Pacífico, fuertemente lixiviados y en general deficientes en nutrientes esenciales.
2. La relación existente entre la producción de materia seca y la precipitación pluvial, indica que es recomendable su establecimiento al iniciarse la estación lluviosa, para aprovechar su potencial de crecimiento máximo durante esta época del año, en que son mínimos los efectos detrimentales de otros factores climáticos como alta radiación solar, altas temperaturas y altas tasas de evaporación.
3. Para una utilización más eficiente del Kudzú para henificación y ensilaje, se recomienda aprovecharlo durante la estación lluviosa, cuando su contenido de fósforo y proteína cruda es mayor.

4. Aunque las dosis del fertilizante se usaron en una sola aplicación antes de la siembra, la productividad del Kudzú fue buena al término de un año, lo que sugiere buenas características de persistencia de esta leguminosa perenne.
5. En base al precio actual del Kg de  $P_2O_5$  (B/.0.50) y del Kg de materia seca (B/.0.10) se recomienda una aplicación mínima de 50Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año para obtener la mejor utilidad económica en praderas de Kudzú Tropical ya establecidas.

#### SUMMARY

Phosphatic fertilizer was applied to Tropical Kudzú [*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth] in dosis ranging from 0-300 Kg  $P_2O_5$ /Ha/year, to study its effects on dry matter yield and chemical composition. Fertilizer application significantly ( $P < .01$ ) increased dry matter yields, from 5.41 MT/Ha/year in the control treatment to 10.41 MT/Ha/year in the 250 Kg  $P_2O_5$ /Ha/year treatment, being the response curve of a positive gamma function type. Yields showed significant ( $P < .05$ ) differences between cuts and were highly correlated with rainfall. Phosphatic fertilizer did not markedly increase dry matter crude protein content; however crude protein seasonal fluctuation showed significant ( $P < .01$ ) differences, ranging from 12.9% in the fifth cut (26/5/73) to 17.82% in the sixth cut (25/7/73). Dry matter phosphorous content was significantly ( $P < .01$ ) increased by  $P_2O_5$  applications, from 0.18% in the control treatment to 0.27% in the 300 Kg  $P_2O_5$ /Ha/year treatment, being the response curve of a positive quadratic root nature. Phosphorous seasonal content in dry matter showed significant ( $P < .01$ ) differences, from 0.26% in the third cut (26/1/73) to 0.21% in the sixth cut (25/7/73). Dry matter calcium content was significantly ( $P < .05$ ) affected by treatments, without showing a definite tendency. Calcium seasonal content in dry matter showed significant ( $P < .01$ ) differences, from 0.68% in the fourth cut (26/5/73) to 0.40% in the fifth cut (27/3/73). Dry matter magnesium content was not significantly affected by  $P_2O_5$  applications, but magnesium seasonal content showed significant ( $P < .01$ ) differences.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Santiago Ríos A., Director del Centro Experimental de Gualaca, su asistencia y cooperación, y a los funcionarios del MIDA que hicieron posible este estudio.

Al personal del laboratorio del IDIAP, se les reconoce su contribución en el análisis químico de las muestras.

Al Dr. Ignacio Ruíz, Asesor del IICA, se le agradece la revisión del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

- ABRUÑA, F. y FIGARELLA, J. Some effects of calcium and phosphorous fertilization on the yield and composition of Tropical Kudzu-grass pasture. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* XL:231. 1957.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Methods of Analysis*. 9th ed. Washington, D.C., 1960. 832 p.
- GROFF, B. Establishment of legumes in the humid tropics of North Eastern Australia. *In Proceedings of the IX International Grassland Congress*, 1966. p. 1137.
- HUMPHREYS, L.R. *A guide to better pastures for the tropics and subtropics*. 2th ed. Wright, Stephenson & Company Ltd., Australia, 1969. 79 p.
- LOTERO, J.C. y BERNAL, J. Gramíneas y leguminosas forrajeras en Colombia. ICA. Manual no. 10:22. 1969.
- NEME, N.A. y NERY, J.P. The influence of mineral fertilizer and lime on the production and the chemical composition of perennial leguminous forage plants. *In Proceedings of the IX International Grass Congress*, 1966. pp. 665-670.
- RATTRAY, J.M. *Pasture improvement in Panama*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (FAO, Technical Report No. 1). Roma, 1972. 41 p.
- SEMPLE, A.T. *Grassland improvement*. Leonard Hill, London, 1970. 400 p.
- SERVICIO INTERAMERICANO DE COOPERACION AGRICOLA EN PANAMA (SICAP). *Informe Anual, 1954*. Panamá, MACI. 1955. pp. 40-49.
- . *Informe Anual, 1957*. Panamá, MACI. 1958. p. 30.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. D. *Principles and procedures of statistics*. McGraw-Hill, New York, 1960.
- TELFORD, A.E. y CHILDERS, N. *Tropical Kudzu in Puerto Rico*. Circular no. 27:13. 1947.

## EFECTOS DE LA FERTILIZACION FOSFATADA EN LA PRODUCCION DE MATERIA SECA Y COMPOSICION QUIMICA DEL ESTILO

*(Stylosanthes guyanensis, Aubl. Swartz)\**

C. M. Ortega\*\* y C. E. Samudio\*\*\*

Se estudió el efecto de aplicaciones de fósforo en dosis que variaron entre 0 y 300 Kg de  $P_{205}$ /Ha/año, sobre la producción de materia seca y la composición química del Estilo. La fertilización fosfatada aumentó significativamente ( $P < .01$ ) el rendimiento de materia seca desde 2.48 Tm/Ha/año en el tratamiento testigo hasta 9.44 Tm/Ha/año con 300 Kg de  $P_{205}$ /Ha/año. Las diferencias de rendimientos entre cortes fueron significativas ( $P < .01$ ), mostrando una alta correlación con la precipitación pluvial. El contenido de proteína cruda no fue afectado significativamente por las aplicaciones de  $P_{205}$ , pero su variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ) oscilando desde 12.0% en el primer corte (5/10/72) hasta 13.2% en el cuarto corte (3/4/73). El contenido de fósforo se incrementó significativamente ( $P < .01$ ) por efecto del fertilizante desde 0.19% en el tratamiento testigo hasta 0.24% cuando se aplicaron 250 Kg de  $P_{205}$ /Ha/año. Su variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ) desde 0.27% en el segundo corte (4/12/72) hasta 0.17% en el quinto corte (2/6/73). El contenido de calcio no fue afectado significativamente por las aplicaciones de  $P_{205}$ ; sin embargo, su variación estacional fue significativa ( $P < .01$ ) desde 1.09% en el primer corte (5/10/72) hasta 0.46% en el segundo corte (4/12/72). El contenido de magnesio no fue afectado significativamente por las aplicaciones de  $P_{205}$ . Su variación estacional fue significativa desde 0.56% en el segundo corte (4/12/72) hasta 0.47% en el quinto corte (2/6/73).

El Estilo (*Stylosanthes guyanensis*, Aubl. Swartz) es una de las leguminosas tropicales más prometedoras para la formación de asociaciones de pastos.

Dicha leguminosa tolera condiciones de baja fertilidad, drenaje pobre, crece en suelos ácidos y produce altos rendimientos de materia seca (Buller y col., 1970). En Nigeria, Oyenuga y Olubajo (1966) encontraron que la adición de Estilo a una mezcla simple de Cynodon-Centrosema, mejoró el aumento de peso vivo por hectárea por año y la ganancia diaria.

En Queensland, Australia, se ha obtenido un buen crecimiento del Estilo en una amplia variedad de suelos bajos en fósforo, pero tanto su rendimiento como su contenido de proteína aumentaron con la aplicación del superfosfato. La habilidad de este pasto para extraer el fósforo de suelos deficientes en este elemento, es probablemente similar a la del *Stylonsathes humilis* (Moor, 1970).

\* Trabajo presentado en la 4a. Reunión Anual de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA), Panamá, 9-11 de abril de 1976.

\*\* D.T.A., 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).

En Uganda, Horrell y Newhouse (1966) encontraron que el Estilo aumentó los rendimientos de asociaciones de pastos, particularmente en presencia de fertilizantes fosfatados y sulfurosos.

Esta leguminosa fue sometida a pruebas de adaptación y establecimiento en Panamá (Rattray, 1969; Rattray y Koster, 1969); sin embargo, no se tiene mayor información sobre los requerimientos de fertilizantes fosfatados y su composición química, motivo por el cual se realizó el presente trabajo.

### MATERIALES Y METODOS

El experimento se efectuó en el Centro Experimental de Gualaca, ubicado a 45 msnm en el litoral Pacífico de Panamá, con temperatura promedio anual de 26.3° C. La precipitación pluvial promedio anual es de 4,000mm. El suelo a una profundidad de 15 cm, es arcilloso, de color pardo amarillento y con un bajo contenido de fósforo, potasio y otros elementos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición química del suelo de las parcelas experimentales.

ELEMENTO	CONTENIDO
P	1.0 ppm
K	55.0
Fe	34.0
Cu	6.0
Mn	12.0
Zn	0.9
Ca	1.00 meq %
Mg	0.51
Al	0.30
Materia Orgánica	5.5 %
N	0.1
pH	5.6

Se utilizaron 44 parcelas de 5 m x 5 m cada una, en las cuales se estudiaron 11 niveles de fósforo (en forma de superfosfato triple, 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los niveles de fertilización fosfatada fueron 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 y 300 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha/año, inmediatamente antes de la siembra; ésta se efectuó a razón de 3 Kg de semilla de Estilo Q-8558, cv. Endeavour, en surcos espaciados a 0.80 m. Durante su crecimiento, se controlaron ataques de insectos comedores como la "arriera" (*Atta sexdens*) y la "chinilla" (*Diabrotica balteata*), observándose también ataques de antracnosis de los cuales las plantas se recuperaron.

El experimento se realizó entre el 7 de julio de 1972 al 10 de agosto de 1973. El primer corte se hizo a los 90 días de edad y los cortes siguientes se efectuaron a intervalos de 60 días. El corte se realizó a 0.15 m de altura con una segadora frontal autopropulsada (marca Allen). Para eliminar los efectos de bordes se descartaron los dos surcos externos y 0.50 m en los extremos de todos los surcos, dejando una parcela útil de 12.80 m<sup>2</sup>.

En cada uno de los seis cortes efectuados, se tomaron muestras del material vegetativo por tratamiento, analizando separadamente muestras compuestas de los bloques I y II y de los bloques III y IV. En todas las muestras se efectuaron análisis de materia seca, fósforo, magnesio, calcio y proteína cruda (AOAC, 1970).

Los resultados se sometieron a análisis de varianza y las diferencias entre los promedios de los tratamientos se compararon mediante la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1960).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilización fosfatada afectó significativamente ( $P < .01$ ) el rendimiento de materia seca del Estilo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la dosis de fertilización fosfatada sobre el rendimiento de materia seca.

DOSIS DE FERTILIZANTE (Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ha)	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (Tm/Ha)
0	2.48 a
25	3.75 ab
50	5.54 cd
75	4.54 bc
100	6.07 cde
125	6.50 de
150	7.85 efg
175	6.89 def
200	8.57 fg
250	9.41 g
300	9.44 g

abcdefg Valores promedios con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

La aplicación de 25 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no produjo un rendimiento diferente al del tratamiento testigo ( $P > .05$ ); sin embargo, los incrementos en producción de materia seca debido a las aplicaciones de dosis mayores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> sí resultaron significativos ( $P < .05$ ). Los mayores rendimientos (9.41 y 9.44 Tm de MS/Ha) se obtuvieron con aplicaciones de 250 y 300 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Ha/año, respectivamente. La respuesta de la producción de materia seca a la aplicación de fósforo fue de tipo raíz cuadrática (Fig. 1).

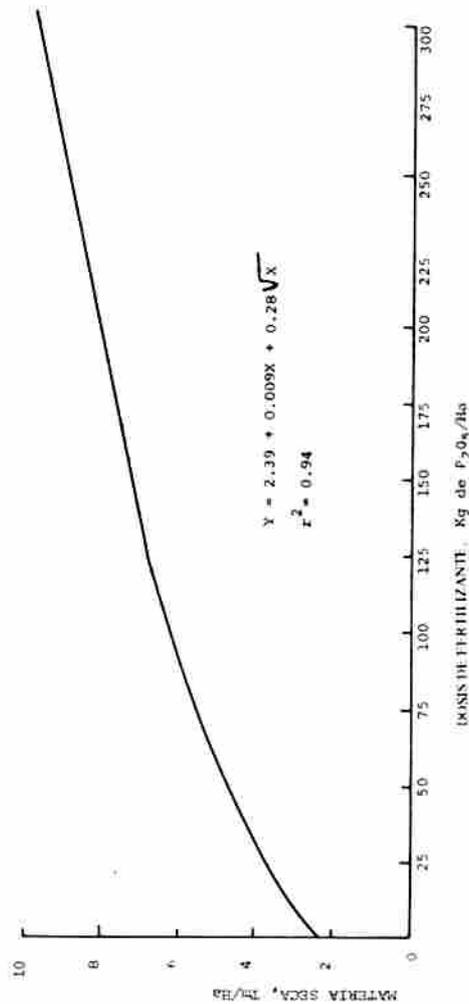


Figura 1. Efecto de la fertilización fosfatada sobre el rendimiento de materia seca del Estilo

La producción estacional de materia seca mostró diferencias significativas ( $P < .01$ ) entre tratamientos y entre cortes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la precipitación pluvial sobre el rendimiento de materia seca del pasto Estilo.

PERIODOS	PRECIPITACION PLUVIAL mm	RENDIMIENTO DE MATERIA SECA, Tm/Ha <sup>[1]</sup>
7 jul. 72 - 5 oct. 72	1,193	2.17 c
6 oct. 72 - 4 dic. 72	1,028	10.09 a
5 dic. 72 - 2 feb. 73	170	4.72 b
3 feb. 73 - 3 abr. 73	139	1.71 c
4 abr. 73 - 2 jun. 73	681	2.76 bc
3 jun. 73 - 1 agto. 73	1,133	4.37 b

[1] Promedio de todos los tratamientos.

abc Valores promedios con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

Los rendimientos del primero, cuarto y quinto cortes no fueron diferentes entre sí ( $P > .05$ ), mientras que tampoco existieron diferencias entre el tercero y sexto corte ( $P > .05$ ). El rendimiento del segundo corte fue mayor que todos los demás ( $P < .01$ ), debido probablemente a una mejor respuesta fisiológica motivada por la floración y fructificación durante esta época.

El incremento de factores climáticos como radiación, horas de luz solar, temperatura y evaporación durante el verano unidos a la baja precipitación afectaron la producción de materia seca (Fig. 2).

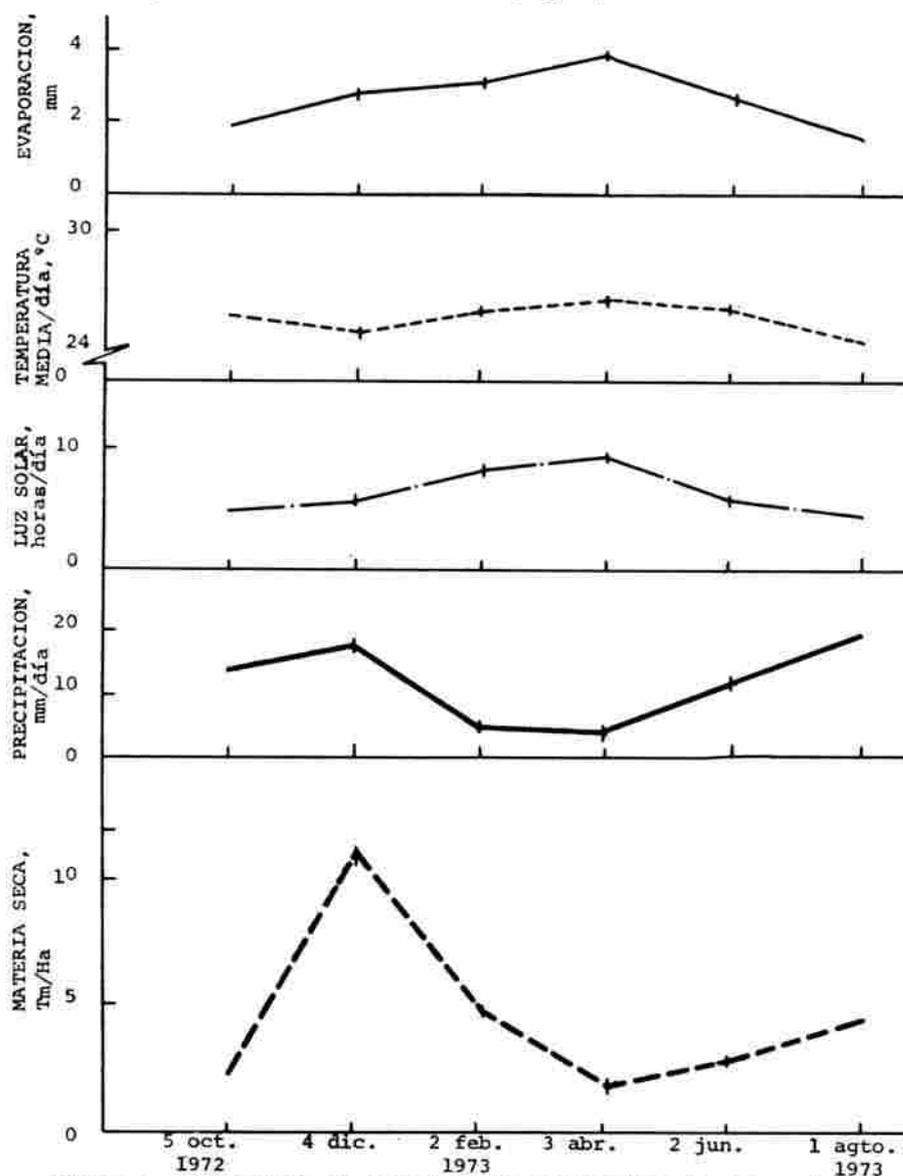


Figura 2. Producción de materia seca y promedios diarios estacionales de la precipitación, luz solar, temperatura y evaporación del Estilo

La fertilización fosfatada afectó significativamente ( $P < .01$ ) el contenido de proteína cruda, calcio y magnesio (Cuadro 4 y Fig. 3).

Cuadro 4. Efecto de la dosis de fertilización fosfatada sobre el contenido de proteína cruda, fósforo, calcio y magnesio en la materia seca del Estilo (% en base a materia seca).

DOSIS DE FERTILIZANTE, Kg $P_2O_5$ /Ha	PROTEINA CRUDA	FOSFORO	CALCIO	MAGNESIO
0	16.56 a	0.19 a	0.81 a	0.57 a
25	16.10 a	0.19 a	0.74 a	0.48 a
50	16.28 a	0.19 a	0.76 a	0.51 a
75	16.21 a	0.20 ab	0.73 a	0.73 a
100	16.16 a	0.20 ab	0.72 a	0.57 a
125	16.41 a	0.21 ab	0.80 a	0.51 a
150	16.21 a	0.22 bc	0.73 a	0.52 a
175	16.64 a	0.23 c	0.70 a	0.51 a
200	16.32 a	0.23 c	0.72 a	0.50 a
250	16.04 a	0.24 c	0.75 a	0.56 a
300	15.63 a	0.23 c	0.76 a	0.54 a

abc Valores promedios con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P < .05$ ).

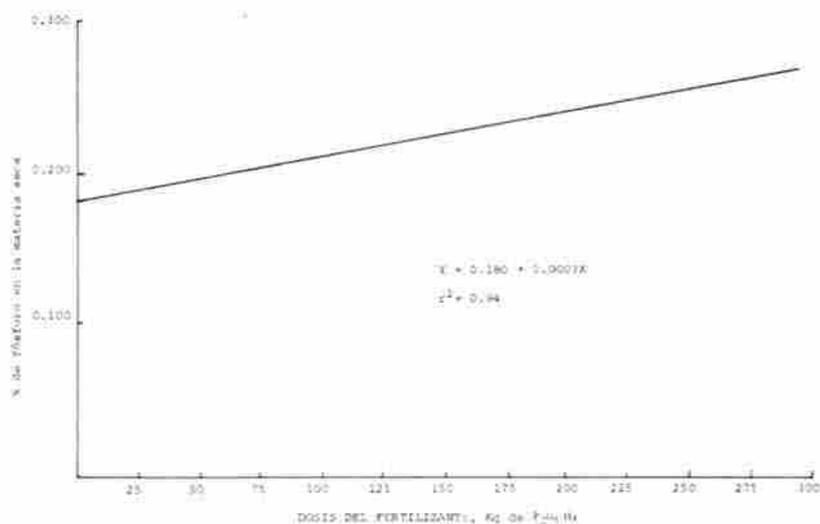


Figura 3. Relación entre la fertilización fosfatada y porcentajes de fósforo en la materia seca del Estilo

Los contenidos de proteína cruda, calcio y magnesio en la materia seca no fueron significativamente afectados por la dosis de fertilizante. En cuanto a la variación estacional, se encontraron diferencias significativas ( $P < .05$ ) en los contenidos de materia seca, proteína cruda, fósforo y calcio pero no en el magnesio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efectos de la variación estacional sobre la composición química promedio de todos los tratamientos aplicados al Estilo (% en base a materia seca).

PERIODOS	MATERIA SECA Tm/Ha	PROTEINA CRUDA	FOSFORO	CALCIO	MAGNESIO
7 jul. 72-5 oct. 72	2.17 c	20.99 a	0.23 b	1.09 a	0.53 a
6 oct. 72-4 dic. 72	10.09 a	15.61 c	0.27 a	0.46 d	0.56 a
5 dic. 72-2 feb. 73	4.72 b	14.16 d	0.21 bc	0.83 b	0.56 a
3 feb. 73-3 abril 73	1.71 c	13.24 d	0.19 cd	0.92 b	0.49 a
4 abr. 73-2 jun. 73	2.76 bc	15.89 c	0.16 e	0.64 c	0.47 a
3 jun. 73-1 agto. 73	4.37 b	17.51 b	0.18 de	0.55 cd	0.52 a

abcd Valores promedios con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .05$ ).

La producción de materia seca y el contenido de proteína cruda y fósforo declinaron durante la estación seca (diciembre-abril). La respuesta en la producción de materia seca fue más marcada a partir del mes de febrero, así como también la disminución en su contenido de proteína y fósforo. El contenido de calcio se elevó significativamente durante el mismo período, mientras que el contenido de magnesio se mostró una tendencia definida. En términos generales, la composición química a través de todos los períodos, se considera adecuada para suplir los requerimientos de mantenimiento y producción de los bovinos.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para una utilización eficiente del Estilo como pasto de corte para henificación o ensilaje, se recomienda su aprovechamiento durante la estación lluviosa, cuando sus contenidos de fósforo y proteína cruda son mayores. A pesar de que su contenido de nutrientes disminuye durante el verano, éste es aún muy superior al de las gramíneas, por lo que podría ser utilizado para suplementar la dieta de los bovinos durante esta época.
2. Aunque la dosis de  $P_{205}$  se utilizó en una sola aplicación antes de la siembra, la productividad del Estilo fue adecuada al término de un año, siendo evidente la buena persistencia de esta leguminosa.
3. La producción de materia seca del Estilo aumentó significativamente con la aplicación de hasta 150 Kg de  $P_{205}$ /Ha/año en suelos de la vertiente del Pacífico, sujetos a gran lixiviación y deficientes en nutrientes esenciales.

4. La relación existente entre la producción de materia seca y la precipitación pluvial indica que su establecimiento es recomendable al inicio de la estación lluviosa, para que su desarrollo vegetativo máximo ocurra durante la época del año en que los efectos detrimentales de otros factores climáticos son mínimos, tales como la alta radiación solar, las altas temperaturas ambientales y del suelo y las altas tasas de evaporación.
5. En base a los precios actuales de B/.0.50 por Kg de  $P_2O_5$  y de B/.0.10 por Kg de materia seca, se recomienda una dosis de fertilización mínima de 50 Kg de  $P_2O_5$ /Ha/año, debido a que el producto marginal a este nivel es máximo. Sin embargo, sería posible conseguir resultados económicos positivos hasta dosis de 250 Kg  $P_2O_5$ /Ha/año.

### SUMMARY

Phosphatic fertilizer was applied to common Stylo in dosis ranging from 0-300 Kg  $P_2O_5$ /Ha/yr. to study its effect on dry matter yield and chemical composition. Phosphorous applications significantly ( $P < .01$ ) increased dry matter yields from 2.48 MT/Ha/yr. in the control treatment to 9.44 MT/Ha/yr. in the 300 Kg  $P_2O_5$ /Ha/yr. treatment. Dry matter yield differences between cuts were significant, ( $P < .01$ ) being highly correlated with rainfall. Dry matter crude protein content was not significantly affected by  $P_2O_5$  applications. Crude protein seasonal content showed significant ( $P < .01$ ) differences, ranging from 21.0% in the first cut (5/10/72) to 13.2% in the fourth cut (3/4/73). Dry matter phosphorous content was significantly ( $P < .01$ ) increased by fertilizer applications, from 0.19% in the control treatment to 0.24% in the 250 Kg  $P_2O_5$ /Ha/yr. treatment. Phosphorous seasonal content showed significant ( $P < .01$ ) differences, from 0.27% in the second cut (4/12/72) to 0.17% in the fifth cut (2/6/73). Dry matter calcium content was not significantly affected by  $P_2O_5$  applications; however calcium seasonal content showed significant ( $P < .01$ ) differences. Dry matter magnesium content was not significantly affected by  $P_2O_5$  applications. Dry matter magnesium seasonal fluctuations showed significant ( $P < .01$ ) differences, from 0.56% in the second cut (4/12/72) to 0.47% in the fifth cut (2/6/73).

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Dr. Santiago Ríos A., Director del Centro Experimental de Gualaca, su asistencia y cooperación y a los funcionarios del MIDA que hicieron posible este estudio.

Al personal del laboratorio del IDIAP, se les reconoce su contribución en el análisis químico de las muestras.

Al Dr. Ignacio Ruíz, Asesor del IICA, se le agradece la revisión del manuscrito.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Methods of Analysis. 9th ed. Washington, D. C., 1960. 832 p.
- BULLER, R. E.; ARONOVICH, S.; QUINN, L. R. y BISSCHOFF, W. V. A. Performance of tropical legumes in the upland savannah of central Brasil. In Proceeding of the XI International Grassland Congress. 1970. p. 143.
- HORRELL, C. R. y NEWHOUSE, P. W. Yields of sown pastures in Uganda, as influenced by legumes and by fertilizers. In Proceedings of the IX International Grassland Congress. 1966. pp. 1133-1136.
- MOOR, M. R. Australian grasslands. Canberra, Australian National University Press, 1970. p. 282.
- OYENUGA, V. A. y OLUBAJO, F.O. Productivity and nutritive value of tropical pastures of Ibadan. In Proceedings of the IX International Grassland Congress, 1966. pp. 962 - 969.
- RATTRAY, J. M. Informe anual 1968-1969. Panamá; Programa de Pastos y Forrajes, MAG-FAO, 1969. s.p.
- \_\_\_\_\_ y KOSTER, E. Informe semestral julio-diciembre, 1971. Panamá; Programa de Pastos y Forrajes, MAG-FAO, 1969. s.p.
- STEEL, R. G. D. y TORRIE, J. D. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York. 1960.

## EVALUACION DEL PASTO ELEFANTE-PANAMA (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) BAJO DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE Y DOSIS DE FERTILIZACION NITROGENADA.

B. R. Pinzón\* y J. González\*\*

Se estudió el efecto entre los intervalos de corte cada 45, 60 y 75 días y las aplicaciones de nitrógeno (0, 50, 100 y 200 Kg/Ha), sobre el rendimiento de materia seca y la composición química del pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086), conocido localmente en Panamá como "King Grass". Se encontraron diferencias significativas ( $P < .01$ ) entre intervalos de cortes y dosis de nitrógeno en la producción de materia seca. Tanto los intervalos entre cortes, como las dosis de nitrógeno aplicadas al pasto Elefante-Panamá no afectaron significativamente ( $P > .01$ ) los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio y magnesio en el forraje. Se efectuó un análisis económico de tipo insumo-producto, el que permitió recomendar las siguientes dosis óptimas de fertilización a diferentes intervalos entre cortes: 100 Kg de N/Ha a los 45 días, 200 Kg N/Ha a los 60 días y 50 Kg N/Ha a los 75 días; sin embargo, dosis mayores son justificables económicamente.

El pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) conocido localmente como "King Grass", es más duro que la caña "noble", pero se adapta bien a suelos pobres y a condiciones de sequía. Ha tenido una gran acogida entre los ganaderos de las tierras altas de Chiriquí y las Provincias Centrales de Panamá, debido a su rápido desarrollo y altos rendimientos como pasto de corte. En la literatura no se reportan datos acerca del pasto Elefante-Panamá, en cuanto a su valor nutricional y al efecto de algunos factores de manejo sobre su producción. Se sabe que este pasto fue encontrado en Africa del Sur en el Estado de Westfalia, Duiweleloof, a 900 m de altura sobre el nivel del mar por el Dr. W. R. Lanford.

El pasto Elefante-Panamá fue introducido a Panamá en 1970 por la Compañía Panameña de Alimentos (NESTLE) [1] y sembrado para su multiplicación en Caimito (Penonomé), siendo luego propagado por todo el país por los técnicos encargados del asesoramiento pecuario de esa institución. En vista de lo expuesto anteriormente, se diseñó el presente trabajo que tuvo como objetivo, determinar los efectos de las variaciones en los intervalos de cortes y niveles de fertilización nitrogenada en el rendimiento de materia seca y en la composición química del pasto Elefante-Panamá.

---

\* M.Sc., Especialista en fertilización de suelos. Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

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

[1] Comunicación personal del Sr. J. Steinmann, Compañía Panameña de Alimentos, S. A.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gualaca localizada a 45 msnm y con una precipitación anual promedio de 4228 mm.

El experimento se condujo con el ecotipo, pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086), en un suelo latosol, con textura arcillo-arenosa y en cuyo horizonte A, a una profundidad de 15 cm presenta las características que se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de las parcelas experimentales.

COMPONENTES	CONTENIDO
P	2.0 ppm
K	62.0
Fe	78.0
Cu	6.0
Mn	3.0
Zn	1.0
Ca	0.25 meq/100 g
Mg	0.10
Al	1.10
Materia Orgánica	5.09
pH	4.8

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con parcelas divididas en que las parcelas principales estaban constituidas por los intervalos entre cortes y las subparcelas, por las dosis de nitrógeno en tres repeticiones. Los intervalos entre cortes en estudio fueron de 45, 60 y 75 días y las dosis de nitrógeno de 0, 50, 100 y 200 Kg/Ha.

El pasto se sembró con material vegetativo a una distancia entre plantas y surcos de 30 cm. Se hizo una aplicación base de 80 Kg de  $P_2O_5$  y 50 Kg de  $K_2O$ /Ha, al momento de la siembra a cada parcela de 4 m x 5 m. A los 45 días de establecido el pasto se cortó manualmente a una altura de 10 cm y se procedió a la aplicación de las dosis de nitrógeno en forma fraccionada, es decir, después de cada corte.

Se realizaron 11, 9 y 8 cortes para los intervalos de 45, 60 y 75 días de rebrote, respectivamente, a una altura de 10 cm. De cada parcela se tomó al azar, una muestra de forraje de aproximadamente 0.450 Kg. El trabajo de campo se inició en mayo de 1974 y terminó en diciembre de 1975.

Las muestras de pasto se analizaron para determinar el contenido de materia seca (AOAC, 1960), proteína cruda, mediante el método modificado de micro-Kjeldahl (Bremner, 1965). Los extractos foliares para la determinación del fósforo, potasio y magnesio se obtuvieron mediante el método de Harris (1970). El fósforo se determinó por colorimetría empleando el

método de Olsen (1965). El potasio y magnesio se determinó mediante el espectrofotómetro de absorción atómica. Para el análisis estadístico se consideraron 5 variables de respuesta, materia seca, proteína, fósforo, potasio y magnesio, a través del modelo matemático:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \alpha_k + (\alpha \cdot \beta)_{ik} + \theta_{ijk}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilización nitrogenada produjo incrementos significativos ( $P < .01$ ) en el rendimiento de materia seca del pasto Elefante-Panamá, en los tres intervalos de corte a partir de los 100 Kg N/Ha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo entre cortes en la producción de materia seca del pasto Elefante-Panamá (18 meses de producción, Tm/Ha).

DOSIS DE N Kg/Ha	45 DIAS 11 CORTES	60 DIAS 9 CORTES	75 DIAS 8 CORTES	$\bar{Y}$
0	28.74	31.17	39.42	33.11 a
50	30.31	34.80	44.52	36.54 ab
100	33.98	37.80	40.41	40.40 b
200	36.95	45.69	56.56	40.40 c
$\bar{Y}$	32.50 a	37.37 ab	47.48 b	

abc Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores en una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

En cuanto al intervalo de corte, se encontraron mayores rendimientos a medida que se incrementó el intervalo ( $P < .01$ ).

La producción de materia seca tuvo una respuesta lineal a la aplicación de nitrógeno en cada uno de los tres intervalos de corte (Fig. 1). El rendimiento promedio de materia seca por Kg de nitrógeno aplicado fue de: 40, 70 y 80 Kg MS/Ha, a los intervalos de corte de 45, 60 y 75 días, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por varios investigadores que trabajaron con diversas variedades de pasto Elefante y un amplio rango de dosis de fertilización nitrogenada (Buenaventura, 1962; Vicente-Chandler y col., 1959; Guerrero y col., 1970; Pereira y D'Oliveira, 1976; Jones, 1965; Crespo, 1974).

No hubo efecto significativo de la interacción intervalos de cortes por dosis de nitrógeno ( $P > .01$ ).

Pereira y D'Oliveira (1976), en Brasil obtuvieron resultados similares a los del presente trabajo, a los 75 días, pero con dosis mayores (480 Kg N/Ha), a los utilizados en el presente experimento. En otros trabajos, los rendimientos de materia seca a los 60 días han sido menores a pesar de utilizarse dosis más altas de nitrógeno (Caro-Costas y Vicente-Chandler, 1956).

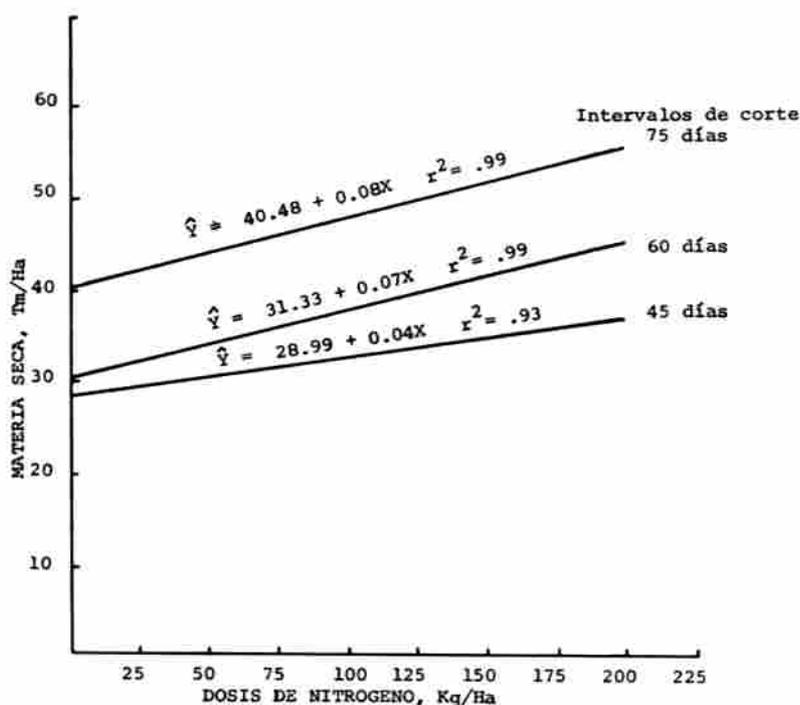


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca a tres intervalos de corte en pasto Elefante-Panamá

Se observaron tendencias a la disminución del porcentaje de proteína conforme se incrementó el intervalo de corte. Sin embargo, dicha respuesta no fue significativa ( $P > .01$ ; Cuadro 3). La falta de un efecto más marcado del estado de madurez del pasto sobre el contenido proteico, probablemente se daba al espaciamiento del corte entre los distintos intervalos de corte utilizados en el presente trabajo.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo entre cortes en contenidos promedios de proteína cruda en pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) expresado en base a % de materia seca.

DOSIS DE N Kg/Ha	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS	$\bar{Y}$
0	8.24	8.86	8.84	8.64 a
50	10.28	9.40	9.45	9.71 a
100	11.17	9.94	8.83	9.98 a
200	11.82	11.14	9.34	10.79 a
$\bar{Y}$	10.37 a	9.83 a	9.11 a	

a Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una letra en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Respecto al efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína del pasto Elefante-Panamá, se observó una tendencia al incremento, que variaron de 8.64% a 10.79%, para los tratamientos testigo y de 200 Kg de N/Ha, respectivamente (Cuadro 3).

Estas tendencias han sido observadas por otros investigadores (Addison, 1959; Vicente-Chandler y col., 1959; Scarsbrook, 1964; Wolken y Castillo, 1968, Guerrero y col., 1970; Pereira y D'Oliveira, 1976) y reflejan la disponibilidad del nitrógeno para la síntesis proteica en el pasto. La falta de efecto de la fertilización nitrogenada ( $P > .01$ ) sobre la concentración proteica, pudo deberse a un efecto diluyente y a que esta variable produjo un aumento en la producción de materia seca.

No se observaron variaciones ( $P > .01$ ) en el contenido de fósforo, ni por efecto del intervalo de corte ni por la dosis nitrogenada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo entre cortes en los contenidos promedios de fósforo en pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) expresado en base a % materia seca.

DOSIS DE N Kg/Ha	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS	$\bar{X}$
0	0.09	0.10	0.10	0.10 a
50	0.09	0.09	0.10	0.09 a
100	0.09	0.10	0.08	0.09 a
200	0.09	0.10	0.09	0.09 a
$\bar{Y}$	0.09 a	0.10 a	0.09 a	

a Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Los contenidos de fósforo del Elefante-Panamá, observados en el presente trabajo fueron muy bajos si se comparan con los obtenidos en Costa Rica por Guerrero y col. (1970), los que encontraron que fluctuaban desde .32 a .38% de fósforo en el pasto Elefante. Se considera que una de las causas de este bajo contenido de fósforo encontrado se debe a deficiencia de este mineral (2 ppm) en el suelo de las parcelas experimentales.

Los contenidos de potasio y magnesio del pasto, tampoco fueron afectados ( $P > .01$ ) ni por la fertilización nitrogenada, ni por el intervalo entre cortes (Cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo entre cortes en los contenidos de potasio en pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) expresado en base a % de materia seca.

DOSIS DE N Kg/Ha	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS	$\bar{x}$
0	2.61	2.44	1.85	2.30 a
50	2.49	2.28	2.19	2.32 a
100	2.21	2.19	2.01	2.14 a
200	2.27	2.04	1.95	2.08 a
$\bar{X}$	2.39 a	2.24 a	2.00 a	

a Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Cuadro 6. Efecto de la fertilización nitrogenada y el intervalo entre cortes en los contenidos de magnesio en pasto Elefante-Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086) expresado en base a % de materia seca.

DOSIS DE N Kg/Ha	45 DIAS	60 DIAS	75 DIAS	$\bar{y}$
0	0.16	0.17	0.19	0.17 a
50	0.15	0.17	0.16	0.16 a
100	0.16	0.16	0.16	0.16 a
200	0.15	0.15	0.16	0.15 a
$\bar{Y}$	0.15 a	0.16 a	0.17 a	

a Dentro de una misma línea vertical u horizontal los valores con una letra en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

A pesar de que no existió diferencias ( $P > .01$ ) entre los contenidos de potasio del forraje por efecto del nitrógeno, se observa una ligera disminución a medida que se incrementa la dosis de nitrógeno; resultados similares se encontraron en Colombia (Escobar y col., 1962). En trabajos realizados en Puerto Rico, (Vicente -Chandler y col., 1959; Caro -Costas y col., 1960) en pasto Elefante se encontró que los contenidos de magnesio aumentaron con los incrementos en el abonamiento con nitrógeno, sin embargo en este trabajo no ocurrió este fenómeno.

Considerando un valor de B/.0.64 el Kg de nitrógeno y de B/.0.12 por Kg de materia seca con 8% de proteína y un valor adicional de B/.0.01 por cada unidad de proteína superior al 8%, se estableció una relación insumo-producto. Basándose en el máximo valor del producto marginal, se encontraron las siguientes dosis óptimas de fertilización: 100 Kg de N/Ha a los 45 días; 200 Kg N/Ha a los 60 días y 50 Kg de N/Ha a los 75 días. Sin embargo, dosis mayores aún son justificables económicamente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las dosis de nitrógeno y los intervalos entre cortes incrementaron significativamente la producción de materia seca del pasto Elefante-Panamá.
2. La producción de materia seca tuvo una respuesta lineal ( $P < .01$ ) a la aplicación de nitrógeno en cada uno de los tres intervalos de corte.
3. El pasto Elefante-Panamá cosechado a intervalos de 60 y 75 días, produjo 50% más por Kg de nitrógeno aplicado que a los 45 días.
4. Los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio y magnesio no fueron afectados por las aplicaciones de nitrógeno e intervalos entre cortes.
5. Los valores de fósforo encontrados en el pasto Elefante-Panamá fueron bajos, debido al pobre contenido de fósforo del suelo donde se realizó el experimento.
6. Cuando se trabaje en este tipo de suelo es necesario suplementar a los animales con una fuente de fósforo.
7. Se hace necesario evaluar los contenidos de fibra cruda, pared celular con los intervalos de corte y las dosis de fertilización estudiadas, y utilizar animales a fin de determinar el consumo del forraje y su efecto en la producción de leche y carne.
8. Del análisis económico se concluyó que las dosis óptimas de fertilización nitrogenada para el pasto Elefante-Panamá a intervalos entre cortes de 45, 60 y 75 días fue de 100, 200 y 50 Kg N/Ha, respectivamente.

## SUMMARY

An experiment was carried out to determine the effect of cutting interval and nitrogen fertilization on dry matter yields and chemical composition of Panama-Elephant grass (*Pennisetum purpureum* PI 300-086), locally known in Panama as "King Grass". Dry matter yields were affected by cutting intervals and dose of nitrogen fertilizer ( $P < .01$ ). These variables did not affect ( $P > .01$ ) crude protein phosphorous, potassium and magnesium contents. Based on the maximum value of the marginal product, the following optimum fertilization rates at the different cutting intervals were recommended: 100 Kg N/Ha at 45 days, 200 Kg N/Ha at 60 days, and 50 Kg N/Ha at 75 days; however, higher fertilizer doses were still profitable.

## BIBLIOGRAFIA

- ADDISON, K. The effect of various cultural and manurial treatments on napier fodder. Rhodesia Agricultural Journal 53 (4): 491-506. 1959.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Methods of Analysis. 9th ed. Washington, D.C., 1960. 832 p.
- BREMMER, J. M. Total nitrogen. In Methods of soil analysis. Black, C.A., ed. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, 1965 pp. 1171-1175.

- BUENAVENTURA, P. Respuesta del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) a la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Colombia, Acta Agronómica: 12 (1-2): 1-15. 1962.
- CARO-COSTAS y VICENTE-CHANDLER, J. Comparative productivity of merker grass and of a kudzu-merker grass mixture as affected by season and cutting height. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 40 (3): 144-151. 1956.
- CARO-COSTAS, R.; VICENTE-CHANDLER, I y FIGARELLA, J. The yield and composition of the grasses growing in the humid mountains of Puerto Rico as affected by nitrogen fertilization, season, and harvest procedure. Journal Agriculture of the University of Puerto Rico 44 (3): 107-120. 1960.
- CRESPO, G. Respuesta de 6 especies de pastos a niveles crecientes de fertilización nitrogenada. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 8 (2): 181-193. 1974.
- ESCOBAR, L.; BAIRD, G. B. y CROWDER, L. V. Fertilización de pasto Elefante, sorgo forrajero y Sudán en el suelo del departamento de Córdoba. Agricultura Tropical 18(9): 547-554. 1962.
- GUERRERO, R.; FASSBENDER, H. W. y BLYDENSTEIN, J. Fertilización del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba 20 (1): 55-58. 1970.
- HARRIS, L. E. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Gainesville, Florida, Center for Tropical Agriculture of Florida, 1970. p. 365.
- JONES, P. Response of mature Napier grass to fertilizer and cattle manure in Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal (30)3: 276-285. 1965.
- OLSEN, S. R. Phosphorous. In Methods of soil analysis. Black, C. A. ed. Madison, Wisconsin, American Society of America, 1965.
- PEREIRA, J.R. y D'OLIVEIRA, L.O. B. Efecto de dos fuentes de nitrógeno en la producción de materia seca y proteína bruta del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). (En portugués). Turrialba 26 (1): 28-32. 1976.
- SCARSBROOK, G. L. Regression of nitrogen uptake on nitrogen added from four sources applied to grass. Agronomy Journal 62:667-672. 1964.
- VICENTE-CHANDLER, J.; SILVA, S. y FIGARELLA, J. Effects of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the field of: 1. Napier Grass, 2. Guinea Grass, and 3. Para Grass. Journal Agriculture of the University of Puerto Rico. 43(4):215-248. 1959.
- WOLKEN, H. y CASTILLO, J. C. Influencia de distintos niveles de nitrógeno en el rendimiento de Pangola. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 2 (2):227-232. 1968.

**PRODUCCION DE MATERIA SECA Y COMPOSICION QUIMICA DE LOS PASTOS *Panicum maximum*, *Setaria nandi* y *Setaria kazungula*, BAJO DIFERENTES DOSIS DE NITROGENO.**

B. R. Pinzón\* y J. González\*\*

Se realizó un trabajo para comparar el efecto de la fertilización nitrogenada (0, 75, 150, 225 Kg N/Ha), sobre el rendimiento de materia seca y la composición química de los pastos Guinea común (*Panicum maximum*), *Setaria nandi* y *Setaria kazungula*. La aplicación del fertilizante nitrogenado produjo un aumento significativo ( $P < .01$ ) en la producción de materia seca de los pastos. Entre los pastos no hubieron diferencias en cuanto a la producción promedio de materia seca; sin embargo, las *Setarias* respondieron mejor a la fertilización nitrogenada que el pasto Guinea. Este fue superior ( $P < .01$ ), en cuanto al contenido promedio de proteína cruda y de magnesio, que los dos cultivares de *Setarias*, mientras que éstos fueron superiores ( $P < .01$ ) en el contenido de potasio. Las dosis de fertilización nitrogenada no afectaron significativamente ( $P > .01$ ) los contenidos de proteína cruda, fósforo, potasio y magnesio en los pastos tropicales.

Los cultivares de *Setaria anceps* (*Setaria nandi* y *Setaria kazungula*), han demostrado una gran agresividad y gran producción de follaje en jardines de introducción en Panamá. Esto ha causado una gran demanda de semilla de estos cultivares por parte de los ganaderos. El pasto Nandi, es un ecotipo nativo del Distrito de Nandi, en Kenya, mientras que el pasto Kazungula, es nativo del Distrito de Kazungula, en Zambia; ambos responden bien a la fertilización, especialmente a la nitrogenada (Humphreys, 1969).

Otro pasto que existe en Panamá es el Guinea común (*Panicum maximum*), que se propaga en grandes cantidades en potreros y a orillas de carreteras y se caracteriza por mantenerse verde a lo largo de todo el año, aún cuando otros se secan en el verano. El Guinea común es una variedad nativa de las costas del Este de Africa (Mc-Cosker y Teitzel, 1975) y se ha diseminado por casi todos los países del trópico, siendo un forraje importante en la producción de carne y leche.

Tanto en Puerto Rico como en Australia (Chandler y col., 1959; Roberts, 1970), el Guinea ha tenido buena respuesta a la fertilización nitrogenada. Considerando lo expuesto, se realizó el presente trabajo en dos cultivares de *Setarias* y el Guinea común, para estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca y su composición química.

---

\* M. Sc., Especialista en fertilización de suelos, Centro Experimental de Gualaca, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

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

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Gualaca, localizada a 45 msnm y precipitación anual promedio de 3,273 mm.

El experimento se condujo con las variedades de pastos *Panicum maximum*, *Setaria nandi* y *Setaria kazungula*, en un suelo latosol, con textura arcillo arenosa y en su horizonte A, de 15 cm de profundidad. La composición del suelo se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Composición química de las parcelas experimentales.

COMPONENTE	CONTENIDO
P	4.3 ppm
K	8.2
Fe	32.0
Cu	10.0
Mn	18.0
Zn	3.0
Ca	2.0 meq/100 g
Mg	57.0
Al	1.0
Materia Orgánica	3.6%
pH	5.5

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con parcelas divididas, en el que las parcelas principales estaban constituidas por los pastos y las subparcelas por las dosis de nitrógeno en tres repeticiones (0, 75, 150 y 225 Kg N/Ha).

Los pastos se sembraron con material vegetativo a una distancia entre plantas y surcos de 40 cm y se efectuó una aplicación basal de 80 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 Kg de K<sub>2</sub>O/Ha, al momento de la siembra, a cada parcela de 3 m x 4 m. A los 60 días de establecidos los pastos se cortaron manualmente a una altura de 8 cm y se procedió a la aplicación del nitrógeno a razón de un tercio de la dosis total; posteriormente, se agregó un tercio de cada dosis después del segundo corte y el tercio restante después del cuarto corte.

Se realizaron 7 cortes, con un intervalo de corte de 6 semanas. De cada una de las parcelas se tomó una muestra de forraje, al azar, en una cantidad equivalente a 0.450 Kg. El experimento se inició en julio de 1976 y terminó en abril de 1977.

En todas las muestras de forraje se analizaron los contenidos de materia seca (AOAC, 1960) y proteína cruda por el método de micro-Kjeldahl (Bremer, 1965). Los extractos foliares para la determinación del fósforo, potasio y magnesio se obtuvieron según el método citado por Harris (1970). El fósforo se determinó por colorimetría, empleando el método de Olsen (1965) y el potasio y magnesio mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Para el análisis estadístico se consideraron 5 variables de respuesta, materia seca, proteína, fósforo, potasio y magnesio a través del modelo matemático:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \alpha_k + (\alpha \cdot \beta)_{ik} + \theta_{ijk}$

## RESULTADOS Y DISCUSION

La fertilización nitrogenada tuvo un efecto significativo ( $P < .01$ ) en la producción de materia seca cuando se consideraron los tres pastos. Entre éstos, no se encontraron diferencias significativas ( $P > .01$ ) en cuanto al rendimiento de materia seca. Sin embargo, el *Setaria kazungula*, mostró tendencias a una mayor producción, especialmente con la dosis más alta de nitrógeno (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca de tres gramíneas tropicales (Promedios acumulativos de 7 cortes, Tm/Ha).

DOSIS DE N Kg/Ha	GUINEA COMUN	S. NANDI	S. KAZUNGULA	$\bar{Y}$
0	17.66	18.48	29.15	18.76 a
75	22.54	21.60	25.67	23.27 b
150	25.86	29.52	28.98	28.12 c
225	28.59	36.19	38.76	34.51 d
$\bar{Y}$	23.76 a	26.45 a	28.39 a	

abcd Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Estos resultados son similares a los reportados en Australia por Jones (1966), quien al realizar cortes a los 42 días, sin fertilización, demostró que el *S. kazungula* produjo mayor cantidad de materia seca que el *S. nandi*. Cameron (1971), con el mismo intervalo de corte y sin fertilización obtuvo valores promedios de 15.48 Tm MS/Ha para los mismos cultivares de Setarias.

En Puerto Rico, Chandler y col. (1959), al trabajar con el pasto Guinea y con aplicaciones de 450 Kg de N/Ha y cortes a los 40 días, obtuvieron rendimientos de 29 Tm de MS/Ha, producción similar a la obtenida con 225 Kg N/Ha en el presente trabajo.

En términos de materia seca, los tres pastos tuvieron una respuesta lineal a la fertilización nitrogenada (Fig. 1). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Hacker y Jones (1971), que encontraron una respuesta lineal a la fertilización nitrogenada en las Setarias cuando se aplicaron dosis que variaban de 42 a 336 Kg de N/Ha.

Observando las ecuaciones de regresión obtenidas por cada uno de los tres pastos, se puede concluir que las Setarias respondieron mejor a la fertilización nitrogenada que el pasto Guinea. La producción de materia seca por Kg de nitrógeno aplicado fue aproximadamente 60% mayor en el caso de las Setarias.

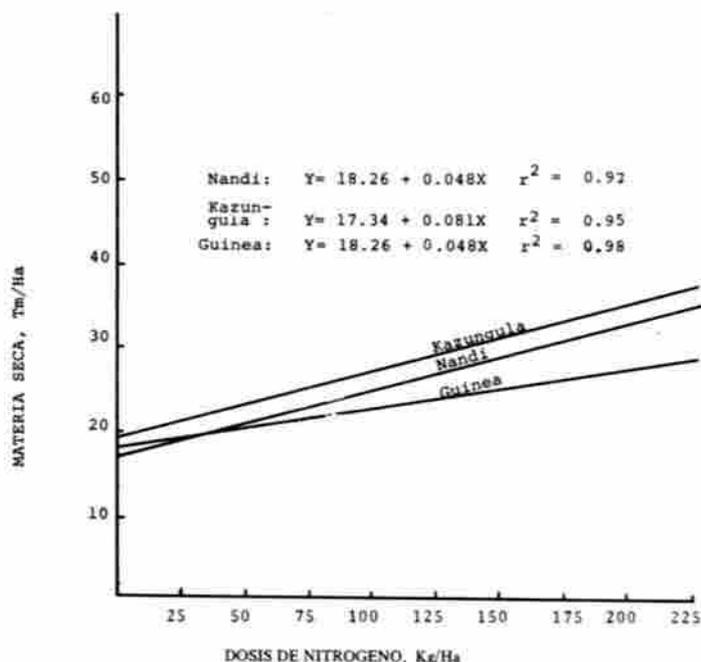


Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca de tres pastos tropicales

La fertilización nitrogenada no tuvo efecto ( $P > .01$ ) sobre el contenido de proteína de los tres pastos. Sin embargo, el pasto Guinea, mostró un contenido mayor de proteína ( $P < .01$ ), que las Setarias (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido promedio de proteína cruda de tres pastos tropicales (% en base a materia seca).

DOSIS DE N Kg/Ha	GUINEA COMUN	S. NANDI	S. KAZUNGULA	$\bar{Y}$
0	7.32	5.53	5.58	6.14 a
75	7.76	6.11	6.39	6.75 a
150	8.28	7.01	6.04	7.11 a
225	8.27	7.00	7.29	7.52 a
$\bar{Y}$	7.91 a	6.41 b	6.32 b	

ab Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una o más letras en común, no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Los contenidos de proteína de los pastos estudiados en el presente trabajo, son aparentemente bajos, especialmente en el caso de las Setarias. Estos resultados podrían deberse a lo prologando del intervalo de corte, pues a los 42 días de rebrote el pasto se encuentra muy lignificado. Jones y Hacker (1969) encontraron que los mayores contenidos de proteína se logran a los 21 días de rebrote.

El Guinea mostró un mayor porcentaje de proteína cruda, así como también produjo una mayor cantidad de proteína por hectárea (1.87 Tm vs 1.79 Tm y 1.69 Tm del *Setaria kazungula* y el *Setaria nandi*, respectivamente).

Los contenidos de fósforo (Cuadro 3), tanto en el pasto Guinea, como en las Setarias, fueron sumamente bajos (0.09 a 0.11%). Esto refleja el grado de pobreza del elemento fósforo (4 ppm) en el suelo donde se efectuó el experimento. La fertilización nitrogenada no afectó significativamente ( $P > .01$ ) el contenido del fósforo de tres gramíneas.

Cuadro 3. Efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido promedio de fósforo de tres gramíneas tropicales (% en base a materia seca).

DOSIS DE N Kg/Ha	GUINEA COMUN	S. NANDI	S. KAZUNGULA	$\bar{Y}$
0	0.12	0.11	0.11	0.11 a
75	0.12	0.10	0.11	0.11 a
150	0.11	0.09	0.11	0.10 a
225	0.10	0.09	0.09	0.09 a
$\bar{Y}$	0.11 a	0.10 a	0.10 a	

Los valores de potasio (Cuadro 4) fueron mayores ( $P < .01$ ) en las Setarias que en el Guinea. El pasto que reportó mayor contenido de potasio fue el *S. Kazungula* 3.29%. Este valor es común encontrarlo en las Setarias, ya que en trabajos realizados por Jones y Hacker (1969) en suelos ricos en potasio, se han encontrado valores hasta de 7%, demostrando con esto la gran habilidad de estos pastos para utilizar dicho elemento. La fertilización nitrogenada no afectó significativamente ( $P > .01$ ) el contenido de potasio en el forraje de las tres gramíneas.

Cuadro 4. Efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido promedio de potasio de tres gramíneas tropicales (% en base a materia seca).

DOSIS DE N Kg/Ha	GUINEA COMUN	S. NANDI	S. KAZUNGULA	$\bar{Y}$
0	2.56	3.21	3.24	3.00 a
75	2.93	3.20	3.36	3.16 a
150	2.49	3.00	3.12	2.87 a
225	2.33	3.27	3.28	2.96 a
$\bar{Y}$	2.58 a	3.17 b	3.29 b	

ab Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una o más letras en común, no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

El pasto Guinea (Cuadro 5) mostró un contenido de 63% más de magnesio que las Setarias ( $P < .01$ ); no hubo efecto de la fertilización ( $P > .01$ ) sobre el contenido de magnesio de los pastos.

Cuadro 5. Efecto de la fertilización nitrogenada en el contenido de magnesio de tres pastos tropicales (% en base a materia seca).

DOSIS DE N Kg/Ha	GUINEA COMUN	S. NANDI	S. KAZUNGULA	$\bar{Y}$
0	0.31	0.16	0.19	0.22 a
75	0.32	0.18	0.19	0.23 a
150	0.31	0.18	0.18	0.22 a
225	0.30	0.20	0.21	0.24 a
$\bar{Y}$	0.31 a	0.18 b	0.19 b	

ab Dentro de una misma línea vertical u horizontal, los valores con una o más letras en común no difieren significativamente ( $P > .01$ ).

Al hacer el análisis económico, se encontró que las dosis óptimas de fertilización fueron de 150 Kg de N/Ha para el *Setaria nandi*, 225 Kg N/Ha para el *Setaria kazungula* y de 75 Kg de N/Ha para el pasto Guinea; sin embargo, en los tres casos la fertilización a base de 225 Kg de N/Ha dieron ingresos netos positivos.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La fertilización nitrogenada tuvo un efecto positivo en la producción de materia seca de las tres gramíneas tropicales, encontrándose una respuesta lineal.
2. Las Setarias respondieron mejor a la aplicación de nitrógeno que el pasto Guinea, encontrándose un rendimiento mayor por Kg de nitrógeno aplicado, del orden del 60%.
3. La fertilización nitrogenada no afectó la composición química de ninguno de los tres pastos estudiados.
4. El pasto Guinea fue superior a las Setarias en cuanto a su contenido de proteína y de magnesio, pero fue inferior en el contenido de potasio.
5. Los valores de fósforo en los tres pastos fueron bajos, debido al pobre contenido de fósforo de los suelos.
6. Cuando se trabaje en este tipo de suelo, es necesario suplementar a los animales con una fuente de fósforo.
7. Debido a su valor nutritivo a los 42 días de rebrote, se recomienda utilizar estos pastos a más temprana edad, a fin de asegurar una mejor calidad.
8. Del análisis económico se concluyó que las dosis óptimas de fertilización para los pastos Guinea, *S. nandi* y *S. kazungula* fue de: 75, 150 y 225 Kg N/Ha, respectivamente.

## SUMMARY

A study was conducted to compare the effect of nitrogen fertilization (0, 75, 150, 225 Kg N/Ha) on dry matter yields and chemical composition of three tropical grasses: Guinea grass (*Panicum maximum*), *Setaria nandi* and *Setaria kazungula*. The utilization of nitrogen fertilizer caused a significant increase ( $P < .01$ ) in dry matter yields of the three grasses. There were no significant differences in dry matter yields among grasses; however, the *Setaria* varieties responded better to nitrogen fertilization than the Guinea grass did. Guinea grass had the highest ( $P < .01$ ) crude protein and magnesium content, but the *Setaria* varieties had a higher potassium content than the Guinea grass ( $P < .01$ ). Nitrogen fertilization had no effect ( $P > .01$ ) in the crude protein, phosphorous, potassium and magnesium content of the Tropical grasses.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Methods of Analysis. 9th ed. Washington, D.C. 1960. 832 p.
- BREMMER, J.M. Total nitrogen. In Black, C. A., eds. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy. 1965. pp. 1171-1175.
- CAMERON, D. J. Test of sub-tropical pastures species under irrigation in Central Queensland. Queensland Journal of Agriculture and Animal Sciences 28(4): 211-216. 1971.
- CHANDLER, J. V.; FIGARELLA, J. y SILVA, S. The effect of nitrogen fertilization and frequency of cutting on the yield and composition of three Tropical Grasses. Agronomy Journal 51:202-206. 1959.
- HACKER, J. B. y JONES, R. J. The effect of nitrogen fertilizer and row spacing and seed production in *Setaria sphacelata*. Tropical Grassland 5(2): 61-73. 1971.
- HARRIS, L. E. Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Gainesville, Florida, Center for Tropical Agriculture of Florida. 1970. p. 365.
- HUMPHREYS, L. R. A guide to better pastures for the Tropics and Subtropics. 2nd. edition. Wright Stephenson and Co., Australia. 1969. 79 p.
- JONES, R. J. In C.S.I.R.O. Division of Tropical Pastures and Annual Report (1964-65). 1966.
- \_\_\_\_\_. y HACKER, J. B. The *Setaria sphacelata* complex. A review. Tropical Grassland 31(1): 13-34. 1969.
- MCCOSKER, T. H. y TEITZEL, J. K. A review of Guinea grass (*Panicum maximum*) for the wet tropics of Australia. Tropical Grassland 9(3): 117-190. 1975.

- OLSEN, S. R. Phosphorous. In Methods of soil analysis. Black, C.A., eds. Methods of analysis. Madison, Wisconsin. American Society of America. 1965.
- ROBERTS, O. T. Review of pastures species in Fidji. I. Grasses. Tropical Grassland 4(2): 129-137. 1970.

ALIMENTOS POTENCIALES PARA EL GANADO EN PANAMA  
I. SUBPRODUCTOS Y DESECHOS DE ORIGEN ANIMAL\**Elizabeth de Ruiloba\*\* y M. E. Ruiz\*\*\**

Se llevaron a cabo encuestas y muestreos para evaluar la disponibilidad y caracterización química de subproductos animales con potencial para la alimentación animal en Panamá. El trabajo comprendió del 90 al 100% del volumen total de la producción de estos subproductos. De una población de 1,377,860 cabezas de ganado, en 1975, se sacrificó en el país el 6.7%. Del total sacrificado se obtuvieron 1,991 Tm de harina de carne y hueso, que fue excepcionalmente constante en su composición (47.1% P. C., 7.4% Ca y 5.6% P). En la actualidad, los mataderos no rescatan ni la sangre ni el contenido ruminal y ambos podrían servir como suplementos proteicos. Por este hecho, en 1975, el país dejó de utilizar aproximadamente 451 Tm de harina de sangre (83.2% P.C.) y 512 Tm de harina de contenido ruminal (10.5% P. C.). Los tres subproductos de la matanza de la res aumentan linealmente y se prevee la necesidad de más mataderos con facilidades de procesamiento. La harina de pescado se ha producido en forma errática desde 1965, por lo que no se puede predecir su producción para 1975 y años siguientes; sin embargo, la producción se estabiliza alrededor de las 10,000 Tm por año. La producción de harina de pescado equivale al 18.5 por ciento del volumen total de pesca y su composición química es típica (65.4% P. C., 4.3% Ca y 4.1% P) aunque es variable, dependiendo del tipo de pesca prevalente. En 1975 se produjeron 9,636 Tm de gallinaza de pollos de engorde. Esta contiene 20% de cascarilla de arroz y de tierra, lo que influye negativamente en su riqueza nutricional (14.1% P. C. y 45.2% cenizas).

En Panamá la ganadería confronta problemas nutricionales debido, principalmente, a la baja disponibilidad de fuentes proteicas, y a que las explotaciones ganaderas son afectadas estacionalmente por la falta de su principal fuente alimenticia, el pasto (Rattray, 1973; Roux y Parada, 1975).

En la actualidad, se cuenta con subproductos cuyo uso como alimentos para el ganado se ha estudiado ampliamente. Tal es el caso, de la harina de pescado y la harina de carne y hueso (Clavo, 1974; Frometa y Randel, 1968; Martin y col., 1971; Ruiz e Isidor, 1973 c; Ruiz y col., 1973 a,b; Veitia, 1975); sin embargo, en Panamá no se tienen datos de la variación en composición química, producción y disponibilidad de estos suplementos a través del año.

Existen otros subproductos y desechos que pueden ser de gran utilidad en la alimentación de ruminantes que no se emplean o no se usan eficientemente, ya sea porque no se ha desarrollado la tecnología apropiada, o porque

\* Trabajo presentado en la 4a. Reunión de la Asociación Panameña de Producción Animal (APPA), Panamá, 9-11 de abril, 1976.

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

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

se desconocen sus disponibilidades y otras informaciones necesarias para evaluar sus posibles usos. En esta última categoría se consideran la sangre de res, el contenido ruminal y la gallinaza de pollos de engorde.

## MATERIALES Y METODOS

### **Metodología de muestreo y recolección de la información**

Se recolectaron muestras de subproductos y desechos de diferentes fábricas, mataderos y productores pecuarios a través del país. Al mismo tiempo, se llevó a cabo una encuesta para determinar la disponibilidad, época, zonas, fluctuaciones de producción y precios de los subproductos indicados. Esta se realizó durante el período de marzo de 1975 a febrero de 1976. Además, se utilizó la información suministrada en publicaciones periódicas de la Dirección de Estadística y Censo de Panamá. Los datos obtenidos en el muestreo y en la encuesta fueron representativos de 90 al 100% del volumen total de la producción.

### **Proceso de obtención de los subproductos muestreados**

**Harina de carne y hueso.** Para la obtención de este subproducto conocido localmente como "carnarina", se someten a cocción y prensado (ya sea en seco o a vapor para eliminar la grasa), los desechos de la matanza de la res tales como el estómago, intestinos, cabeza, patas, menudos desechados y del deshuese (pellejos, huesos y piltrafa). La principal variación en este proceso consiste en la cantidad de hueso que se incluya, puesto que también se produce la harina de hueso.

**Sangre y contenido ruminal.** En Panamá, a diferencia de la "carnarina", tanto la sangre como el contenido ruminal de la res, se desechan en su totalidad. El procesamiento de la sangre se realiza por cocción, deshidratación y molienda. El contenido ruminal se compone de alimento no digerido y microorganismos presentes en el rumen del animal; puede procesarse por prensado, secado y molienda hasta obtener la harina.

**Harina de Pescado.** Para la obtención de este subproducto se utilizan las sardinas, arenques o anchovetas que se someten a cocción; se le extrae el aceite por prensado y se seca hasta una humedad de 8 a 10%. Este subproducto puede variar en su contenido de grasa, dependiendo de la clase de pescado del cual proceda y del método de extracción del aceite.

**Gallinaza.** Es la mezcla de heces y orina de aves (gallinas ponedoras y pollos de engorde), desperdicios de alimentos y una base o cama hecha de material absorbente constituida por cascarilla de arroz, tuza de maíz, aserrín o bagazo de caña de azúcar.

### **Métodos de análisis químicos**

Las muestras de harina de pescado y harina de carne y hueso se almacenaron sin tratamiento previo. Las muestras de gallinaza se trituraron en un molino Raymond usando un tamiz 80 y se almacenaron en un cuarto con

aire acondicionado. Las muestras de sangre y contenido ruminal se secaron a 60°C durante 36 horas, después de lo cual se molieron y se almacenaron previamente al análisis químico. El método de Weende (Bateman, 1970), se empleó para el análisis químico de la sangre y las harinas de pescado y harina de carne y hueso. Las muestras de gallinaza y contenido ruminal se analizaron por el método de Weende combinado con determinaciones de pared y contenido celular según el método de Van Soest (Van Soest y Wine, 1967). Los valores de calcio 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). El análisis de digestibilidad *in vitro* se realizó según el método modificado de la técnica de dos etapas de Tilley y Terry (Harris, 1970).

#### **Procesamiento de la información**

De los resultados de análisis químicos se calcularon promedios (X) y desviaciones estandares (DE). Para 1975, los datos de producción de los subproductos y desechos obtenidos por encuestas, se relacionaron con la población animal correspondiente, para establecer la producción o tasa de generación de éstos con la población total respectiva y predecir el crecimiento de sus disponibilidades.

Los datos de población bovina suministrados por la Dirección de Estadística y Censo (Panamá, 1973) en años previos, se emplearon para predecir las poblaciones en el año 1975 y años subsiguientes, según la función [1]

$$Y = 715,688 + 47,299 (X - 1961), r^2 = 0.99; (P < .01) \text{ en donde}$$

Y = Población anual (cabezas de ganado)

X = Cualquier año posterior a 1961

En todos los casos se obtuvieron datos de relación entre la cantidad de harina de carne y hueso, sangre y contenido ruminal y el peso vivo total sacrificado en los grandes mataderos. En forma similar se relacionó la cantidad de gallinaza con la población aviar que la produjo, y la harina de pescado producida con relación a la cantidad total de pescado utilizada en su producción.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### **Harina de carne y hueso**

Mediante la función de predicción [1] se estimó que la población bovina en 1975 fue de 1,377,860 cabezas; por medio de la encuesta se determinó que el número de animales sacrificados en los grandes mataderos fue de 95,800; lo que equivale a 6.9% de la población total. El promedio de peso vivo por animal sacrificado fue de 397.7 Kg y el total de peso vivo sacrificado para 1975 fue de 38,100 Tm. El total de harina de carne y hueso producido fue de 1,990.7 Tm (Cuadro 1), lo cual equivale a 5.22 por ciento del peso vivo total sacrificado en los grandes mataderos.

Cuadro 1. Producción y disponibilidad de subproductos y desechos de la matanza de vacunos (Expresado en Toneladas Métricas).

PRODUCCION TOTAL [a]	HARINA DE CARNE Y HUESO	HARINA DE SANGRE [b]	HARINA DE CONTENIDO RUMINAL [b]
Actual (1975)	1990.7	450.5	512.1
Proyectada (1976)	2041.5	461.5	522.7
Proyectada (1980)	2312.5	524.1	593.6

[a] En base a una producción por res de 20.8 Kg de harina de carne y hueso; 19.9 Kg de sangre fresca y 30 Kg de contenido ruminal fresco.

La fluctuación de la producción mensual es constante. En 1975, se sacrificaron en los grandes mataderos 95,800 reses con un peso promedio de 397.7 Kg por animal.

[b] En la actualidad la sangre y el contenido ruminal se desechan en los mataderos.

Según la función de predicción utilizada y las relaciones encontradas, se esperaría que la producción de harina de carne y hueso continúe incrementándose linealmente en los próximos años. Este crecimiento implicaría que tendrían que ampliarse o crearse nuevas instalaciones para el sacrificio de ganado, pues las que actualmente existen están operando cerca de su capacidad máxima. También, debe observarse que los grandes mataderos son los únicos que tienen la capacidad de producir comercialmente, tanto la carnarina como, eventualmente, la harina de sangre y la de contenido ruminal.

En los grandes mataderos, sólo se procesa el 44 por ciento de la matanza total en el país. Para poder incrementar la disponibilidad de la carnarina en un 100% se requeriría el canalizar 80% de la matanza animal con los establecimientos organizados.

De los resultados del análisis químico proximal realizado en la harina de carne y hueso (Cuadro 2) se destaca, principalmente, el alto porcentaje en proteína (47%) y cenizas (36%).

Cuadro 2. Composición química de la harina de carne y hueso (Expresada en g/100 g secos).

	N° MUESTRAS	$\bar{x}$	± DE
N x 6.25	14	47.08	4.04
Extracto etéreo	12	13.4	3.2
Cenizas	14	36.4	6.7
Digestibilidad <i>in vitro</i>	11	92.1	5.1
Calcio	14	7.4	1.1
Fósforo	14	5.6	3.0
Humedad Natural		8.00	

Estos valores están de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores (Göhl, 1975; Gómez-Brenes y Bressani, 1970). Es importante notar que la variabilidad en los valores de proteína es suficientemente pequeña como para confiar en la constancia del valor nutritivo de este suplemento proteico. Esta es una condición esencial para la comercialización exitosa de un alimento. Por otro lado, se observa que la carnarina presenta un alto porcentaje de calcio (7.4%) y fósforo ( $5.6 \pm 3.0\%$ ) y una alta variabilidad en este último elemento, debido quizás a las diferencias en las proporciones de carne y hueso utilizadas en su elaboración.

La proteína de este subproducto tiene un alto contenido en lisina (Gómez-Brenes y Bressani, 1970), por lo que puede emplearse en raciones o suplementos proteicos para cerdos, aves y terneros si se desean corregir las deficiencias de proteínas de origen vegetal y las proteínas y cereales que generalmente se utilizan en la alimentación de estos animales.

Otros investigadores (Clavo, 1974; Rufz e Isidor, 1973 c; Rufz y col., 1973 a, b), durante la época seca, utilizaron la harina de carne y hueso en rumiantes, para suplir sus necesidades de proteína debido a la baja calidad del pasto. Tiene gran aceptabilidad por el ganado y no resulta costosa en comparación con otras fuentes proteicas importadas, e. g. harina de soya y harina de semilla de algodón.

#### Desechos de mataderos

##### Sangre bovina

Según los resultados de la encuesta, se producen 18.9 litros de sangre por res sacrificada. Con una gravedad específica promedio de 1.052 (Swenson, 1970), esta producción equivale a 1,907 Tm de sangre producida en 1975 por los grandes mataderos. Según el contenido de humedad natural (Cuadro 3), se puede haber obtenido 450.5 Tm de harina de sangre (Cuadro 1) con un contenido de materia seca de 87.2%.

Cuadro 3. Composición química de la harina de sangre bovina (Expresada en g/100 g secos).

	Nº MUESTRAS	( $\bar{X}$ )	$\pm$ DE
N x 6.25	15	83.18	6.08
Extracto etéreo	15	1.1	0.4
Cenizas	14	3.1	0.9
Digestibilidad <i>in vitro</i>	11	88.3	6.5
Calcio	15	0.06	0.01
Fósforo	15	0.11	0.03
Humedad natural	16	79.4	3.8

Considerando el alto porcentaje de proteína cruda en la harina de sangre, el país dejó de utilizar 374.7 Tm de proteína en 1975. Como puede observarse, la sangre contiene pequeñas cantidades de minerales pero es muy rica en proteína; su limitante es la poca gustocidad y bajo valor biológico, por lo

que se emplea muy poco en monogástricos (Crampton, 1962). Sin embargo, en rumiantes podría tener una mayor utilización ya que generalmente son menos exigentes a la calidad de la fuente proteica.

### Contenido ruminal

En la actualidad la eliminación del contenido ruminal de la res, constituye un problema para los mataderos. Según la encuesta efectuada, se obtiene un promedio de 30 Kg de este desecho por res sacrificada y se estima que en 1975 se desecharon 2,874 Tm de contenido ruminal. De acuerdo al contenido de humedad natural (84.3%, Cuadro 4), se pudieron haber obtenido 512.1 Tm de la harina de contenido ruminal (88.1% MS, Cuadro 1).

**Cuadro 4. Composición química de la harina de contenido ruminal (Expresada en g/100 g secos).**

	Nº MUESTRAS	- (x)	± DE
N x 6.25	18	10.51	2.71
Extracto etéreo		2.2	0.5
Cenizas	19	19.5	5.8
Contenido de pared celular: a]	19	52.6	11.4
F.D.N.		35.9	3.8
Proteína		6.6	2.6
Cenizas		10.1	5.0
Digestibilidad <i>in vitro</i>	14	72.9	24.8
Calcio	7	0.46	0.13
Fósforo	7	0.67	0.11
Humedad natural	18	84.3	5.1

□ Contenido de Pared Celular = Proteína insoluble + cenizas + fibra detergente neutro.

El contenido ruminal presenta un alto porcentaje de contenido de pared celular y una alta variabilidad en cenizas, pared celular, calcio, fósforo y digestibilidad *in vitro*, lo que refleja la variabilidad de la dieta de los animales. Una de las formas de utilizar este desecho es como cama para pollos, luego de ser secada y exprimida. Posteriormente, este material puede servir como alimento para el ganado (Hammond, 1944).

Los análisis químicos del presente estudio están de acuerdo con los reportados por otros autores (Flores, Vara y Reggiardo, 1976), quienes evaluaron el contenido ruminal en raciones para engorde de ovinos y se encontró que no hubo efecto de los niveles utilizados (15 y 30 por ciento de la ración) sobre el rendimiento, grado de acabado y conformación de las canales.

### Harina de pescado

Originalmente, la harina de pescado fue un subproducto de la producción del aceite y una forma de utilizar el excedente de pescado que por su tama-

ño, no se vendió para consumo humano. En los últimos años se ha pescado la anchoveta más como materia prima para fabricar harina que para obtener aceite, y se ha convertido en uno de los productos más solicitados.

En el Cuadro 5 se presenta la tendencia de la pesca durante los años de 1965-1974.

Cuadro 5. Desembarque anual de pescado para uso industrial y producción de la harina de pescado (en Toneladas Métricas) durante el período 1965-74.

AÑO	DESEMBARQUE DE PESCADO	PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO <sup>[a]</sup>
1965	32,960	6,104
1966	66,015	12,225
1967	63,664	11,790
1968	65,353	12,102
1969	22,765	4,078
1970	35,493	6,804
1971	57,366	10,345
1972	50,286	9,063
1973	77,554	14,013
1974	54,110	10,371

[a] Ministerio de Comercio e Industrias y Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General, Panamá.

En los últimos 6 años, se observa que la producción tiende a alcanzar un valor constante, debido a que se hace necesario conservar la riqueza ictiológica y los problemas de contaminación ambiental que en muchos casos, merman la producción. Sin embargo, hay gran demanda por este producto tanto a nivel nacional como en el exterior.

La producción de harina de pescado respecto al desembarque anual de pescado fresco está en una relación de 1:5.4. La fluctuación en el volumen de pesca mensual es una función cuadrática, lo que indica que ésta depende de la época y disponibilidad del pescado; sin embargo, el suministro de la harina de pescado empleado en la alimentación animal a través del año, no es función de este volumen, dado que es almacenado y se dispone del mismo durante todo el año. Ello trae como consecuencia, que se pueda formular sistemas de alimentación que empleen este subproducto con el fin de suplir el déficit de proteína, especialmente en áreas donde no se dispone de otras fuentes proteicas.

La harina de pescado presenta una composición química (Cuadro 6) que permite su uso como suplemento proteico en la alimentación animal. Por el alto contenido de proteína (65.4 %) y su alta calidad biológica, la harina de pescado mejora las raciones a base de granos para monogástricos, ya que aporta aminoácidos esenciales deficientes en aquellas tales como lisina, isoleucina y aminoácidos azufrados (Crampton, 1962; Gómez-Brenes y Bressani, 1970).

Cuadro 6. Composición química de la harina de pescado (Expresada en g/100 g secos).

	Nº MUESTRAS	$\bar{x}$	$\pm$ DE
N x 6.25	5	65.41	9.23
Extracto etéreo	6	3.7	3.2
Cenizas	5	25.4	1.9
Digestibilidad <i>in vitro</i>	7	90.5	5.6
Calcio	5	4.33	0.60
Fósforo	5	4.07	0.73
Humedad natural		8.00	

La variabilidad en la calidad nutritiva de las harinas de pescado puede deberse, en parte a las especies de pescado utilizado así como al procesamiento (Crampton, 1962). El alto contenido en cenizas (25.4%) contribuye igualmente a suplementar deficiencias de calcio y fósforo en la ración. En el presente trabajo se encontraron valores de fósforo superiores a los reportados en la literatura (Scott, Nesheim y Young, 1969; INCAP, 1968).

#### Gallinaza

Los residuos aviares pueden emplearse como fertilizante, como ingrediente para alimentación del ganado, aves de corral, y como fuente de combustible. El segundo uso parece presentar el mejor potencial si se efectúa un buen tratamiento de pasteurización, y si se certifica su contenido de nitrógeno, fósforo, calcio y otros nutrientes (Price, 1972; Swanson, 1975).

La producción y composición química de la gallinaza son efectuadas por la clase y cantidad de alimento, contenido de humedad, tiempo de almacenamiento del estiércol, tipo de camada, edad y raza del animal, agua consumida, temperatura de secado y el manejo de los comederos en relación con los desperdicios de los alimentos (El-Sabban y col., 1970; Eno, 1964; Smith, 1974; Ostrander, 1975).

En Panamá, la producción de estiércol de pollos de engorde es de 0.04 Kg por animal por día, y la disponibilidad de gallinaza en los grandes centros productores fue de 9,636 Tm durante el año 1975. Si se calcula que ésta contiene aproximadamente 20% de cascarilla de arroz y 20% de tierra, hipotéticamente se obtendrían 5,782 Tm de excreta pura por año, con un uso potencial en la alimentación animal.

Bhattacharya y Taylor (1975) y Price (1972), informan que la gallinaza de pollos de engorde presenta un contenido de proteína cruda de 25 a 30%. Sin embargo, en Panamá se ha encontrado una amplia variabilidad en este análisis ( $14 \pm 5.3\%$ ); Cuadro 7.

Cuadro 7. Composición química de la gallinaza de pollos asaderos. (Expresada en g/100 g secos).

	Nº MUESTRAS	$\bar{x}$	± DE
N x 6.25	5	14.08	5.30
Extracto etéreo	5	0.6	0.2
Cenizas	4	45.2	1.6
Contenido de pared			
Celular:	5	27.9	2.2
F.D.N.		32.2	0.9
Proteína		3.0	0.2
Cenizas		1.7	0.3
Digestibilidad <i>in vitro</i>	5	32.5	2.8
Calcio	3	3.4	0.2
Fósforo	3	1.4	0.4

El alto contenido en cenizas (45.2%) que presenta la composición química de la gallinaza, se debe principalmente, al alto grado de contaminación con tierra y al uso de la cascarilla de arroz como cama para pollos, especialmente observados en los centros de producción menos tecnificados.

La idea de emplear la gallinaza en la alimentación de rumiantes, provino de que éstos utilizan con bastante eficiencia el nitrógeno no proteico (NNP) y lo transforman en proteína utilizable. El 55% del nitrógeno total de la gallinaza lo constituye el ácido úrico y otros compuestos nitrogenados no proteicos (Battacharya y Taylor, 1975); por consiguiente, la gallinaza tiene un valor verdadero de proteína similar al de los cereales, pero es un producto de baja energía (Cuevas, 1969; Swanson, 1975; Thomas y Zindel, 1971).

Las vacas pueden obtener de la gallinaza hasta un 22 por ciento del consumo total de nitrógeno y producir adecuadamente sin afectar el sabor de la leche (Thomas y Zindel, 1971). Estudios realizados en ganado de engorde indicaron que la ganancia de peso vivo disminuyó de 1.16 a 1.09 Kg por día, cuando se alimentaron con gallinaza, aunque se obtuvo una ganancia económica del 12% superior a la de los suplementos tradicionales (USDA, 1975).

Uno de los problemas que pueden limitar el uso de la gallinaza, como alimento, es la presencia de bacterias patógenas, mohos, residuos dañinos de pesticidas, coccidiostáticos, antibióticos, nitrofuranos, estimulantes de crecimiento y metales pesados. De éstos, no se han observado problemas con los pesticidas, y los microorganismos patógenos se pueden destruir por calor o tratamientos con materiales químicos. La única evidencia documentada de un efecto pernicioso para el animal ha sido la toxicidad cuprosa en ovejas, lo que no es problema para otros rumiantes (Calvert, 1973; Fontenot y Webb, Jr., 1975).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los suplementos proteicos producidos industrialmente en Panamá como la harina de pescado y la harina de carne y hueso ("carnarina") presentan un contenido proteico que muestra poca variabilidad.
2. La producción actual de "carnarina" y otros subproductos de la matanza de vacuno se puede duplicar si el 80 por ciento del sacrificio total se llevara a cabo en mataderos organizados.
3. Los desechos de matadero como la sangre y el contenido ruminal son recursos de gran potencial cualitativo y cuantitativo. La recuperación de la sangre y su subsecuente industrialización es una alternativa para solucionar el déficit de proteína suplementaria en la alimentación animal.
4. La harina de contenido ruminal puede utilizarse como material sustitutivo en raciones fibrosas o como una fuente de fibra de mayor contenido proteico para alimentación de vacuno. Se sugiere que se realice un estudio para determinar la forma más eficiente de emplearlo y su rentabilidad económica de producirse industrialmente.
5. La gallinaza de pollos asaderos es altamente disponible; sin embargo, su calidad está afectada significativamente por la alta proporción de tierra y cascarilla de arroz que contiene; ésto no permite que sea considerada adecuada para la alimentación animal. Casi la mitad de la gallinaza es ceniza; ésto puede reducirse con un mejor método de recolección y procesamiento, disminuyendo los niveles de la cascarilla de arroz y substituyéndola con otro material absorbente, o empleando tratamientos químicos para mejorar el valor nutritivo.
6. Para que un sistema de alimentación a base de subproductos, resulte económico, debe tomarse en cuenta su disponibilidad anual, fluctuación de producción, precios y localización geográfica. Esta última implica costos de transporte que inciden grandemente en la rentabilidad del sistema.
7. El uso eficiente de los subproductos y desechos de origen animal en la alimentación de bovinos traería como consecuencia una disminución en la contaminación ambiental, un incremento en los ingresos de estas explotaciones y un mejor uso de los recursos físicos disponibles.

## SUMMARY

Surveys and samplings were carried out with the purpose of evaluating the availability and the chemical characterization of animal by-products which are currently being used or that could be used in animal feeding in Panama. The research involved 90 to 100 percent of the total production volume of such byproducts. Of a total population of 1,377,860 heads of cattle in 1975, 6.7 percent were slaughtered in the country. From the slaughtered cattle, 1,991 metric tons of meat and bone meal were obtained which was rather constant in chemical composition (47.1% C.P., 7.4% Ca,

6.6% P). At present, "the abattoir" do not process either the blood or the rumen contents. Due to these losses, in 1975 the country failed to utilize approximately 450 metric tons of blood meal (83.2% C.P.) and 512 metric tons of rumen content meal (10.5% C.P.). The amounts of these 3 types of slaughter by-products tend to increase linearly through the years and a need is foreseen for more "abattoirs" with processing facilities. Fish meal has been produced erratically since 1965. However, it could be seen that fish meal production is reaching a stable level at around 10,000 metric tons/year. The production of fish meal is approximately equal to 18.5% of the total fish catch. Its chemical composition is typical (65.4% C.P., 4.3% Ca, 4.1% P) although it may vary according to the prevalent fish species. In 1975, 9636 metric tons of chicken litter were produced in Panama. It contained 20% rice hulls and 20% dirt, a fact which affects adversely its nutritional content (14.1% C.P., 45.2% ash).

### AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a las empresas: Pesquera Taboguilla, S. A.; Promarina, S. A.; Fincas Industriales MELO, S.A.; Alimentos y Superconcentrados, S.A.; Karne de Chiriquí, S. A.; "Abattoir" Nacional de Panamá; "Abattoir" de Chiriquí; "Abattoir" de Santiago de Veraguas y Asentamientos Campesinos, que brindaron su cooperación en el suministro de muestras e información.

Al personal del Laboratorio del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. A la Srta. Gladys Batista y a los Sres. Justo Cortés y Dídimo González, quienes desinteresadamente contribuyeron a la realización de este estudio.

### BIBLIOGRAFIA

- ANALYTICAL METHODS FOR ATOMIC ABSORPTION SPECTROPHOTOMETRY. Norwalk, Connecticut, Perkin-Elmer, 1964.
- 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.
- BHATTACHARYA, A. N. y TAYLOR, J. C. Recycling animal waste as a feedstuff; a review. *Journal of Animal Science* 41(5): 1438-1457. 1975.
- BATEMAN, J. V. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D. F., Herrero, 1970. 468 p.
- CALVERT, C. C. Feed additive residues in animal manure processed for feed. *Feedstuffs*, April: 32. 1973.
- CLAVO, N. Respuesta a diferentes niveles de urea en novillos alimentados con melaza y bagazo de caña de azúcar. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 45 p.

- EL-SABBAN, F. E., LONG, T. A., GENTRY, R. F. y FREAR, D. E. H. The influence of various factors on poultry litter composition. *Journal of Animal Science* 31(1):107. 1970.
- ENO, C. F. Chicken manure; its production, value, preservation and disposition. *Animal Production* 18:21-217. 1964.
- FLORES, E., VARA, M. y REGGIARDO, A. Evaluación del contenido ruminal en el engorde de ovinos. *Memoria ALPA* 11:93. 1976.
- FONTENOT, J. P. y WEBB, Jr., K. E. Aspectos de la salud en el reciclaje de de residuos animales en alimentación. *Industria avícola* 22(4):23. 1975.
- FROMETA, L. V. y RANDEL, F. Urea y harina de pescado como fuentes proteicas en raciones completas para vacas lecheras. *Memoria ALPA* 3:41-52. 1968.
- GOHL, B. Tropical feeds; feed information summaries and nutritive values. Roma, FAO, 1975. 510 p.
- GOMEZ-BRENES, R. A. y BRESSANI, R. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. IV. Concentrados proteínicos de origen animal de uso común en Centro América y Panamá. *Turrialba* 20(1): 45-52. 1970.
- HAMMOND, J. C. Dried cow manure and dried rumen contents as a partial substitute for alfalfa meal. *Poultry Sci.* 23:471. 1944.
- 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.
- INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA (INCAP). Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala, 1968. 141 p.
- MARTIN, J. L.; PRESTON, T. R.; MARTIN, R. y WILLIS, M. B. Reemplazo de la harina de pescado por la urea para toros alimentados con melaza. *Memoria ALPA* 6:101. 1971.
- OSTRANDER, C. E. Solucionando el problema de los residuos aviarios. *Industria Avícola* 22(4):4-8. 1975.
- PANAMA, DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. Información Agropecuaria; producción pecuaria. Serie H, No. 3. 1973. 9p.
- PRICE, F. Dried poultry waste as feed. *Poultry Digest*, May:248. 1972.
- RATTRAY, J. M. Mejora de pastos y cultivos forrajeros; Panamá. Informe Técnico, no. 2. Roma, FAO, 1973. pp. 1-68.
- ROUX, H. y PARADA, J. Efecto de cuatro forrajes en la utilización de una mezcla de melaza y urea. *Turrialba* 19(4):465-471. 1975.
- RUIZ, M. E. e ISIDOR, M. E. Utilización de subproductos en la engorda de ganado en corral. II. Subproductos del banano. In'70. Día de Campo Ganadero. Turrialba, Costa Rica. IICA-CTEI, 1973c. 20 p.

- \_\_\_\_\_ ; MUÑOZ, H.; VILLEGAS, L. A.; TORRALBA, J. y OCHOA, C. Crfa de terneros de lechería a base de pastoreo y subproductos. In 7o. Día de Campo Ganadero. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1973 a. 20p.
- \_\_\_\_\_ ; OCHOA, C. y VILLEGAS, L. A. Utilización de subproductos en la engorda de ganado en corral. I. Subproductos de la caña de azúcar. In 7o. Día de Campo Ganadero. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1973b. 20p.
- SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. C. y YOUNG, R. J. Nutrition of the Chicken, M. L. Scott & Associates, Ithaca, New York, 1969. 511 p.
- SMITH, L. W. Dehydrated poultry excreta as a crude protein supplement for ruminants. *World Animal Review* 11:6-11. 1974.
- SWANSON, M. Oro en las pilas de residuos aviares. *Industria Avícola* 22(4):10-12. 1975.
- SWENSON, M. J. Dukes' Physiology of Domestic Animals. 8th ed. Ithaca, Cornell University Press, 1970. 1,463 p.
- U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Informe del servicio de investigación económica. *Industria Avícola* 22(4):18-20. 1975.
- THOMAS, J. W. y ZINDEL, H. C. Feeding dehydrated poultry waste to dairy cows. In Poultry pollution: research results. Michigan State University. East Lansing, 1971. pp. 8-11.
- 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. Harina de pescado como suplemento proteico para la ceba de toros con miel/urea. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas* 7(3): 311. 1975.

PRODUCCION DE CARNE DURANTE LA EPOCA SECA A BASE DE SUBPRODUCTOS I. NIVELES DE PROTEINA SUPLEMENTARIA Y MELAZA\*

M. H. Ruiloba\*\* y M. E. Ruiz\*\*\*

Como primera fase de desarrollo de subsistemas de alimentación de bovinos a base de paja de arroz y otros subproductos disponibles en Panamá, se estudió el efecto del nivel de proteína cruda y energía suplementaria sobre la respuesta de 65 novillos de engorde en condiciones de confinamiento. Se administró la paja de arroz a libre consumo y cantidades variables de melaza, harina de pescado y urea. Con un arreglo factorial incompleto 5 x 5 (13 tratamientos) se estudiaron las variables proteína cruda suplementaria ( $X_1=0.0, 0.075, 0.150, 0.225$  y  $0.300$  Kg/100 Kg de P.V./día) y melaza ( $X_2=0.0, 0.630, 1.250, 1.880$  y  $2.500$  Kg al natural/100 Kg de P.V./día); el 70% de la proteína cruda suplementaria fue aportada por la harina de pescado y el resto por la urea. Sólo los tratamientos sin suplementación proteica causaron pérdidas de peso, observándose que ambas variables afectaron este parámetro en forma exponencial, con ganancias superiores a  $1.00$  Kg/animal/día. La función  $Y_3 = 0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 + 0.187X_1X_2$ , ( $R^2 = 0.97, P < .01$ ), describe los efectos de la proteína cruda suplementaria ( $X_1$ ) y la melaza al natural ( $X_2$ ) sobre la ganancia de peso ( $Y_3$ ), ésta última en Kg/animal/día. La melaza afectó negativamente el consumo de paja de arroz; en cambio, la proteína lo hizo en forma positiva, según se aprecia en la función  $Y_5 = 4.78 + 6.72X_1 - 1.65X_2 - 10.71X_1^2 + 0.23X_2^2 + 1.04X_1X_2$ , ( $R^2 = 0.80, P < .05$ ), donde  $Y_5$  es el consumo de paja de arroz en Kg al natural/animal/día. Ambas variables produjeron efectos curvilíneos sobre la eficiencia de conversión del alimento. El establecimiento matemático de las relaciones insumo-producto permite conocer los niveles económicamente óptimos de las variables estudiadas según los precios de los principales insumos.

En Panamá, las pérdidas que sufre la ganadería por la falta de alimentos durante la época seca, son del orden de  $0.225$  Kg diarios por animal (Roux, 1966). Esta puede ser mayor si a la baja disponibilidad de alimento se le adiciona la escasez de agua para consumo. Durante esta época se cuenta con productos y subproductos agroindustriales que pueden ser utilizados para aliviar la situación alimenticia del ganado al punto de cubrir los requerimientos nutritivos para mantenimiento y hasta para producción.

\* Trabajo presentado en la 6a. Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), La Habana, Cuba, 4-10 diciembre, 1977.

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

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

En 1976 existía una disponibilidad de 133,459 Tm de paja de arroz, 423,154 Tm de desecho de banano, 568,599 Tm de bagazo de caña, 64,946 Tm de melaza de caña y muchos otros subproductos en menor cantidad, los cuales podrían utilizarse en la alimentación del ganado (Ruiloba, E. de, 1977).

La paja de arroz es un forraje con un contenido bajo de proteína y nutrientes digeribles, condiciones que la hacen muy similar a los henos de baja calidad. Existen evidencias que indican que estos forrajes no son capaces de cubrir los requerimientos de mantenimiento del animal por lo que es necesario suplementarla con fuentes de energía y proteína para poder satisfacer los requerimientos de mantenimiento o producción (Carnevali y col., 1971).

La melaza es un alimento con un alto contenido de energía de fácil utilización, pero presenta un contenido bajo de proteína. Actualmente, en la literatura se encuentran trabajos en donde la melaza constituye entre el 70 al 80% de la materia seca de raciones para vacunos, los que pueden obtener ganancias de peso del orden de 0.800 Kg/animal/día (Clavo, 1974; Elías, 1974).

La alimentación para producción a base de paja de arroz y melaza, requiere la adición de una fuente de proteína, de lo contrario la respuesta animal no alcanzaría niveles superiores a los de mantenimiento. En Panamá, se cuenta con fuentes proteicas producidas en el país como la harina de pescado y la harina de carne y hueso, y fuentes importadas como la urea. La harina de pescado supera a la harina de carne y hueso en cuanto al contenido de proteína y presenta un mayor valor biológico ya que es poco susceptible al ataque de los microorganismos del rumen (Orskov y col., 1974); además, tiene una composición de aminoácidos compatibles con las necesidades del rumiante. Esto es de importancia, ya que se ha determinado que la respuesta animal depende de la calidad y cantidad de proteína presente en la ración (Flores, 1973; Isidor, 1973; Little, 1968).

La urea es otro recurso nitrogenado con que cuenta la ganadería, ya que los rumiantes tienen la capacidad de utilizar el nitrógeno no proteico para la síntesis de proteína unicelular, por medio de la acción microbiana ruminal (Helmer y Bartley, 1971). Se ha encontrado que la respuesta animal no se altera al sustituir hasta el 30% del nitrógeno de la ración por nitrógeno de urea (Elías, 1974). A niveles más altos de sustitución la respuesta disminuye, pero ésta depende de la disponibilidad de energía con que cuentan los microorganismos del rumen y del nivel y calidad de proteína verdadera en la ración (Clavo, 1974; Schultz y col., 1970; Ruíz Vohnout, 1974; Loosli y McDonald, 1968).

Como la disponibilidad del pasto durante la estación seca no es adecuada en calidad y cantidad para mantener los animales en producción, se hace necesario incrementar el uso de las ayudas suplementarias, mediante formas racionales de utilización. Con este propósito, se desarrolló un trabajo experimental con novillos de engorde para estudiar la utilización de la paja de arroz, bajo diferentes niveles de consumo de proteína y energía.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Centro Experimental de Gualaca, durante la estación seca y se utilizaron 65 animales Cebú comercial bajo confinamiento, con un peso promedio inicial de 300 Kg y una edad promedio de 24 meses. Inicialmente, todos los animales recibieron tratamientos contra endo y ectoparásitos, y en forma inyectable 2,500,000 UI de vitamina A; 3,750,000 UI de vitamina D y 250 UI de vitamina E.

La alimentación consistió en el uso de melaza y proteína cruda suplementaria (70 y 30 por ciento de proteína cruda provenientes de harina de pescado y urea, respectivamente) en forma restringida, y consumo *ad libitum* de paja de arroz y sal mineralizada\*. Se impusieron cinco niveles de proteína cruda suplementaria (0.0, 0.075, 0.150, 0.225 y 0.300 Kg/100 Kg de P.V./día) y cinco niveles de melaza (0.0, 0.63, 1.25, 1.88 y 2.50 Kg al natural/100 Kg de P.V./día).\* Se utilizó un diseño aleatorizado con un arreglo factorial incompleto con 13 tratamientos. El período experimental tuvo una duración de 100 días, precedido por una adaptación de 15 días. Cada ocho días se midió el consumo de paja de arroz y cada 15 días se pesaron los animales en ayunas de 16 horas.

Durante el desarrollo del experimento se tomaron muestras de cada ingrediente de la ración. La determinación de materia seca se hizo al vacío y la de proteína cruda por el método de Kjeldahl (AOAC, 1970). Para el análisis estadístico se utilizaron funciones exponenciales y cuadráticas (Snedecor y Cochran, 1972) y para el análisis económico relaciones de insumo-producto (Dillon, 1971).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los contenidos promedios de materia seca y proteína cruda de la melaza, harina de pescado y paja de arroz fueron de 78.60 y 6.76; 87.50 y 67.66; 85.80 y 6.99%, respectivamente. La urea contenía 43.2% de nitrógeno. El nivel de proteína de la melaza es superior al promedio que aparece en la literatura (Latin American Tables Feed Composition, 1974); sin embargo, estos valores han sido obtenidos en forma consistente en muestras provenientes del mismo Ingenio, las cuales difieren de las obtenidas en otros centros de producción de Panamá (Ruiloba, E. de, 1977). Con respecto a la literatura, los niveles de proteína de la paja de arroz son altos pero esto puede deberse a que este forraje fue colectado casi inmediatamente después de realizada la cosecha del arroz.

\* 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: 75 ppm, I: 25 ppm

Los incrementos de peso se indican en el Cuadro 1, en donde se aprecia que los tratamientos sólo a base de paja de arroz y melaza causaron pérdidas de peso.

Cuadro 1. Incremento de peso a diferentes niveles de proteína suplementaria y melaza , Kg/animal/día.

Melaza <sup>[a]</sup>	PROTEINA SUPLEMENTARIA <sup>[b]</sup>					$\bar{Y}$
	0.000	0.075	0.150	0.225	0.300	
0.00	- 0.396		0.403		0.609	0.205
0.63		0.466		0.824		0.645
1.25	- 0.083		0.813		1.017	0.582
1.88		0.710		0.943		0.826
2.50	- 0.104		0.982		1.081	0.653
$\bar{Y}$	- 0.194	0.588	0.733	0.884	0.902	0.582

[a] Al natural, Kg/100 Kg de P. V./día.

[b] Proteína cruda, Kg/100 Kg de P. V./día.

Al suplementar con cualquier nivel de proteína se obtuvieron ganancias de peso, en un grado que dependió del nivel de proteína cruda suplementaria y de melaza. Es de notar que al suplementar con proteína y en ausencia de melaza, se obtuvieron ganancias de peso de 0.403 y 0.609 Kg/animal/día, con consumos de energía metabolizable de 9.2 y 9.8 Mcal/ animal/día, respectivamente. Este consumo es aproximadamente 50% inferior a los requerimientos energéticos establecidos por la NRC (1970) para obtener iguales ganancias de peso.

Otros autores (Carnevali y col., 1971; Isidor, 1973; Ochoa, 1973) también han informado de pérdidas de peso en novillos alimentados con forrajes de baja calidad como única fuente alimenticia e igualmente han obtenido respuestas de 1.0 Kg/animal/día, al utilizar subproductos tropicales en raciones balanceadas.

Al aumentar el nivel de consumo de proteína cruda suplementaria se incrementó la ganancia de peso (Fig. 1), pero a partir de alrededor de 0.225 Kg/animal/día (0.380 Kg de proteína cruda total/100 Kg de P.V./día), prácticamente la respuesta permaneció constante. Cualitativamente, esta respuesta a la proteína coincide con lo informado por Flores (1973) e Isidor (1973), utilizando otras fuentes de proteína, harina de algodón y harina de carne y hueso, respectivamente.

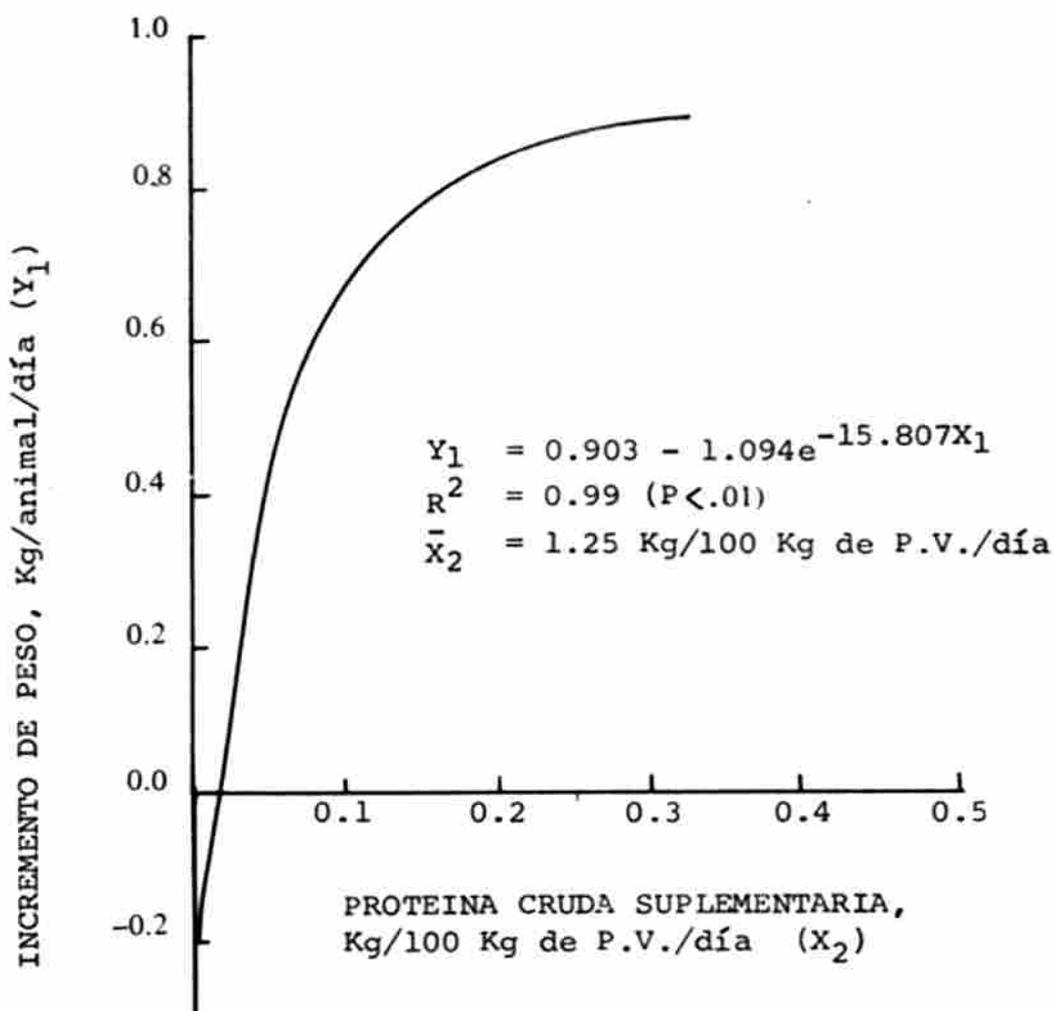


Figura 1. Efecto individual de la proteína cruda suplementaria sobre el incremento de peso

El efecto individual de la melaza sobre el incremento de peso se indica en la Fig. 2, donde se observa un efecto exponencial, siendo casi constante a partir de 1.50 Kg/100 Kg de P.V./día. Armendáriz (1973), en novillos alimentados con punta de caña y un nivel fijo de proteína, también obtuvo una respuesta exponencial para la energía suplida por cantidades variables de melaza.

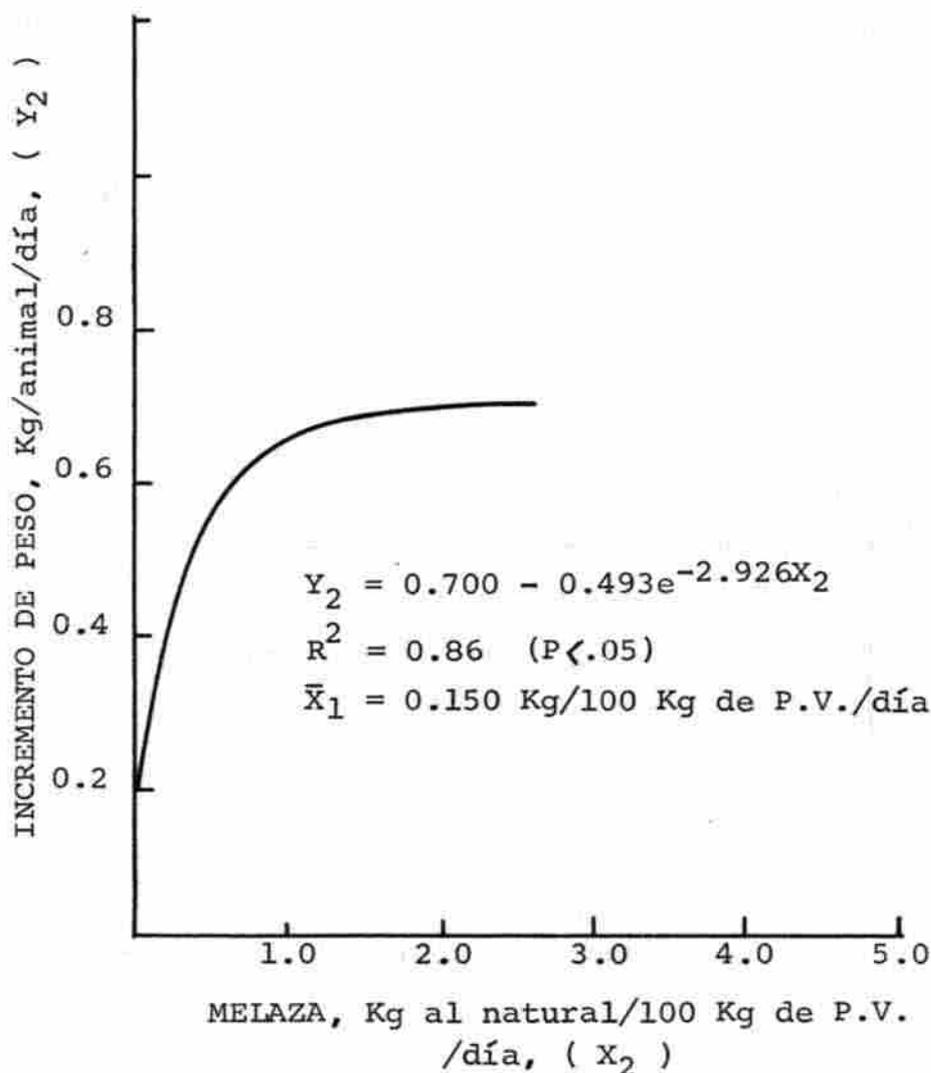


Figura 2. Efecto de la melaza sobre el incremento de peso

El efecto combinado de la proteína cruda suplementaria ( $X_1$ ) y melaza ( $X_2$ ) sobre el incremento de peso,  $Y_1$  (Kg/animal/día) está determinado por la ecuación [1], cuyo coeficiente de determinación ( $R^2=0.97$ ) es significativo ( $P < .01$ ),

$$Y_3 = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 + 0.187X_1X_2 \quad [1]$$

El efecto del nivel de consumo de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la ganancia de peso, se indica en la Figura 3. Estas respuestas exponenciales corroboran el efecto individual obtenido para las variables  $X_1$  y  $X_2$  sobre este parámetro.

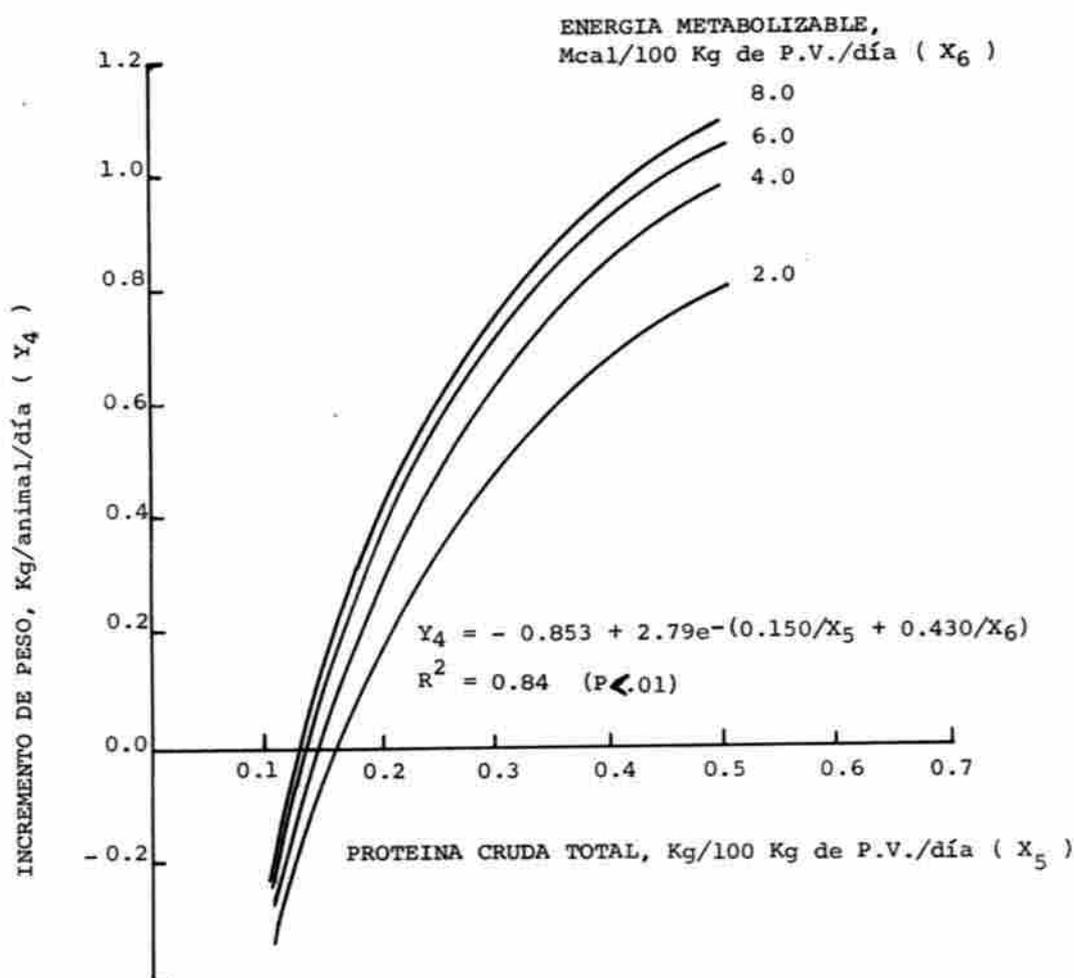


Figura 3. Relación entre el incremento de peso y los niveles de proteína cruda total y energía metabolizable

Los consumos de paja de arroz se presentan en el Cuadro 2., en el que se destaca el hecho de que al aumentar el nivel de proteína suplementaria se incrementó el consumo voluntario de paja de arroz. En cambio, la melaza presentó un efecto contrario. Al aumentar el nivel de melaza de 0.0 a 2.5 Kg al natural/100 Kg de P.V./día, el consumo de paja de arroz disminuyó en un 50%. Estos efectos han sido discutidos por otros autores (Ammerman, 1972; White y col., 1973), quienes indican que se deben a la acción de la proteína y carbohidratos fácilmente digeribles sobre la actividad celulolítica. La proteína produce un efecto positivo sobre la actividad celulolítica cuando el nivel de amoníaco en el rumen es ineficiente, en cambio, el efecto de la melaza es contrario.

Cuadro 2. Consumo de paja de arroz a diferentes niveles de proteína suplementaria y melaza, Kg M.S./100 Kg de P.V./día.

Melaza <sup>a</sup>	PROTEINA SUPLEMENTARIA <sup>b</sup>					$\bar{Y}$
	0.000	0.075	0.150	0.225	0.300	
0.00	1.51		1.53		1.33	1.46
0.63		0.86		1.26		1.06
1.25	0.80		1.08		1.14	1.01
1.88		0.85		0.87		0.86
2.50	0.69		0.68		0.92	0.76
$\bar{Y}$	0.55	0.86	1.10	1.06	1.13	1.03

<sup>a</sup> Al natural, Kg/100 Kg de P. V./día.

<sup>b</sup> Proteína cruda, Kg/100 Kg de P. V./día.

El tratamiento sin suplementación presentó un consumo bajo de paja de arroz (1.50 Kg de MS/100 Kg de P.V./día); sin embargo, este nivel es adecuado para el mantenimiento del animal, en términos de materia seca y proteína (NRC, 1970). Bajo estas condiciones se obtuvo pérdida de peso (0.394 Kg/animal/día), respuesta que puede deberse principalmente a una baja calidad de la proteína de la paja de arroz, así como a un nivel deficiente de energía en este forraje.

La ecuación [2] representa el efecto combinado de  $X_1$  y  $X_2$  sobre el consumo de paja de arroz ( $R^2=0.80$ ,  $P < .05$ ),

$$Y_5 = 4.78 + 6.72X_1 - 1.65X_2 - 10.71X_1^2 + 0.23X_2^2 + 1.04X_1X_2 \quad [2]$$

donde  $Y_5$  representa el consumo de paja de arroz al natural (Kg/animal/día). Este consumo, expresado en términos relativos al peso del animal, se obtiene con la ecuación  $Y_6$  (Kg al natural/100 Kg de P.V./día).

$$Y_6 = \frac{Y_5}{3.0 + 0.5Y_5} \quad [3]$$

El efecto de la suplementación con proteína cruda ( $X_3$ ) y energía metabolizable ( $X_4$ ) sobre el consumo de paja de arroz se muestra en la Figura 4. Estos consumos de proteína y energía no incluyen el aporte de la paja de arroz.

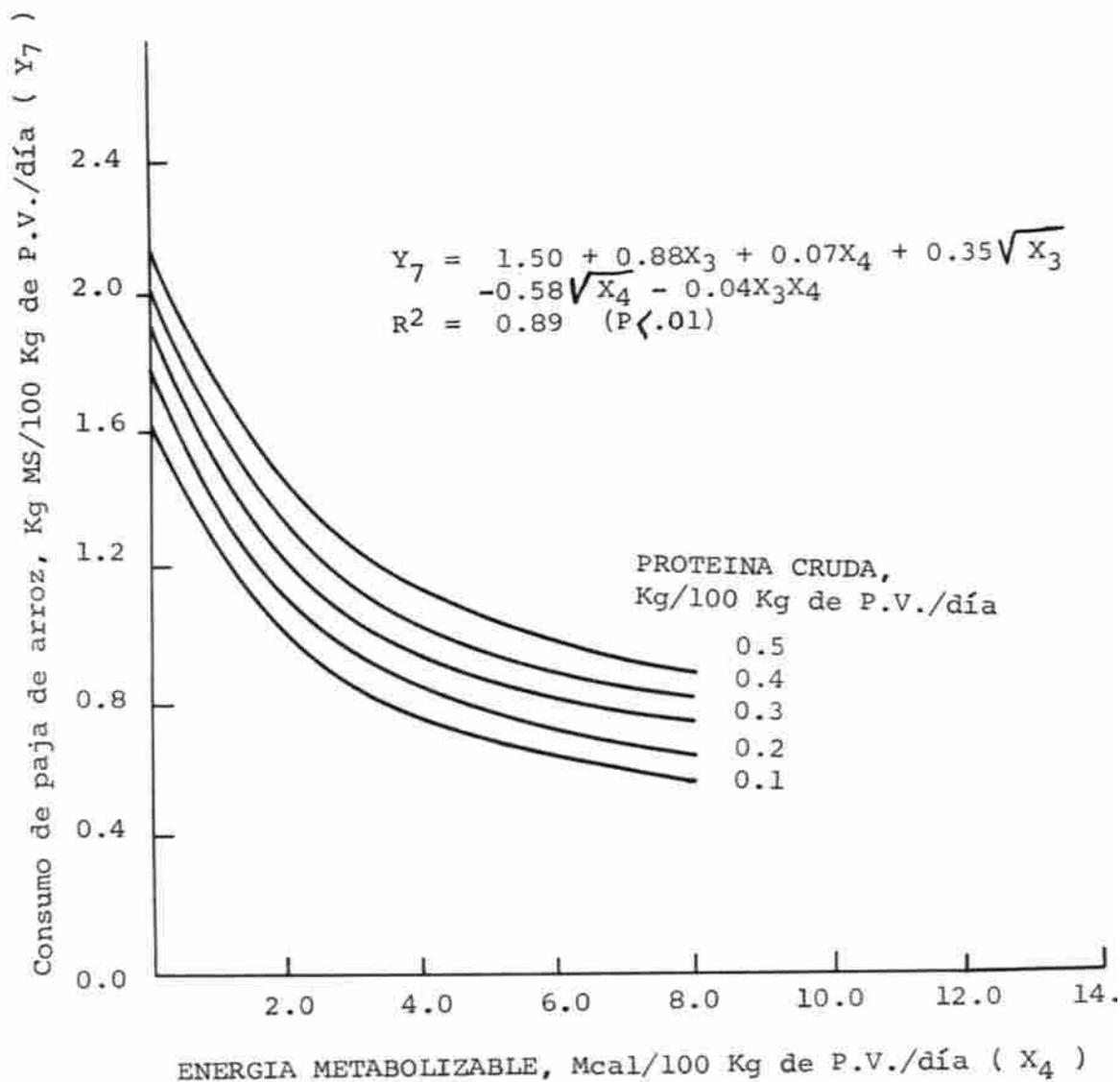


Figura 4. Efecto de la suplementación de proteína cruda y energía metabolizable sobre el consumo de paja

Estos efectos coinciden con los informados por otros autores que han utilizado fuentes de fibra de baja calidad (Ammerman, 1972; White y col., 1973). El escaso efecto del nivel de proteína sobre el consumo de paja de arroz se atribuye al nivel de este nutriente en el forraje utilizado (7.76% en base seca), el cual es superior a los promedios reportados en la literatura (Ruiloba, E. de, 1977; NRC, 1970) y que supuestamente, no es restrictivo del consumo. Con un contenido menor de proteína en la paja de arroz, el efecto de la suplementación proteica hubiese sido mayor, tal como se ha demostrado con otros forrajes (Fick y col., 1973).

Al aumentar el nivel de proteína de la ración mejoró la eficiencia de utilización del alimento (Fig. 5), siendo mayor el efecto a niveles bajos, ya que por encima de 0.300 Kg de proteína cruda total/100 Kg de P. V./día la respuesta fue positiva, pero a una tasa menor.

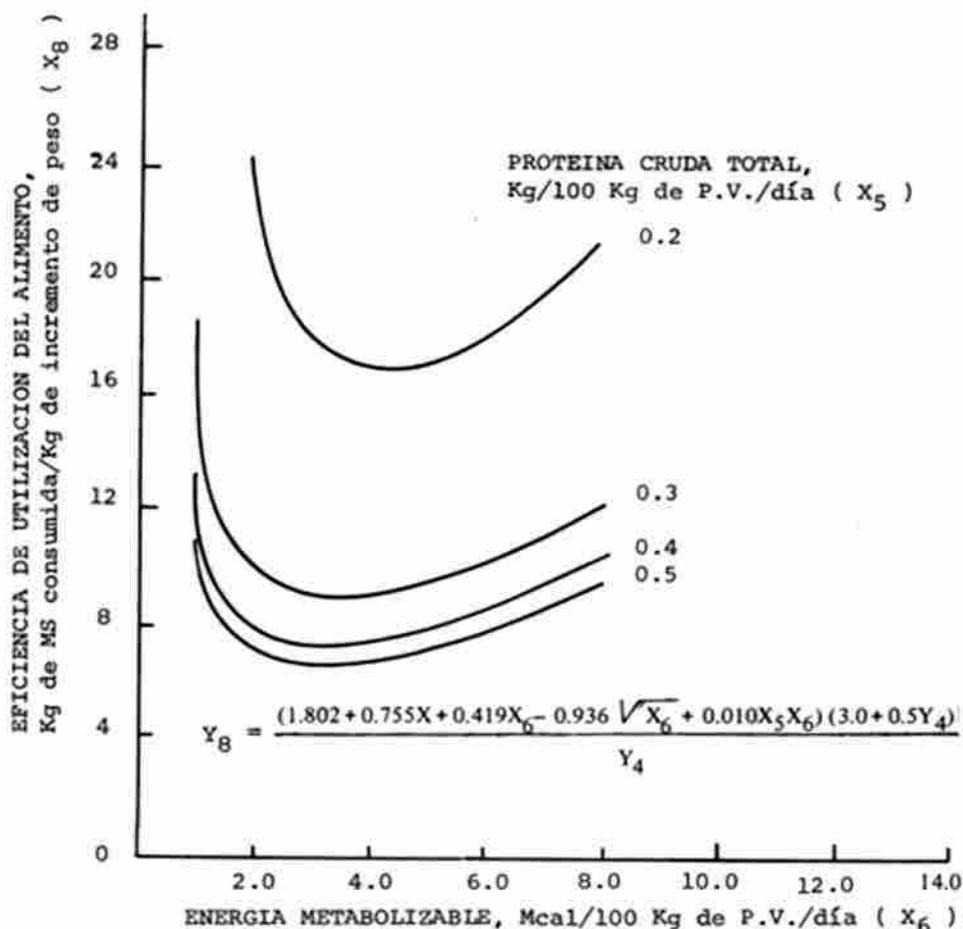


Figura 5. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización del alimento

Independientemente del nivel de proteína, el efecto de la energía metabolizable fue curvilíneo, indicando puntos de máxima eficiencia que dependen del nivel proteico. Este efecto de la energía está relacionado con el observado para esta variable sobre el incremento de peso (Fig. 3), el cual presenta aumentos decrecientes al aumentar el nivel de energía metabolizable. Esto implica un mayor consumo de energía y materia seca, pero una disminución en la eficiencia con que el animal las transforma en masa corporal.

La proteína presentó un efecto curvilíneo sobre la eficiencia de utilización de la proteína cruda total (Figura 6) el cual resultó independiente del nivel de energía.

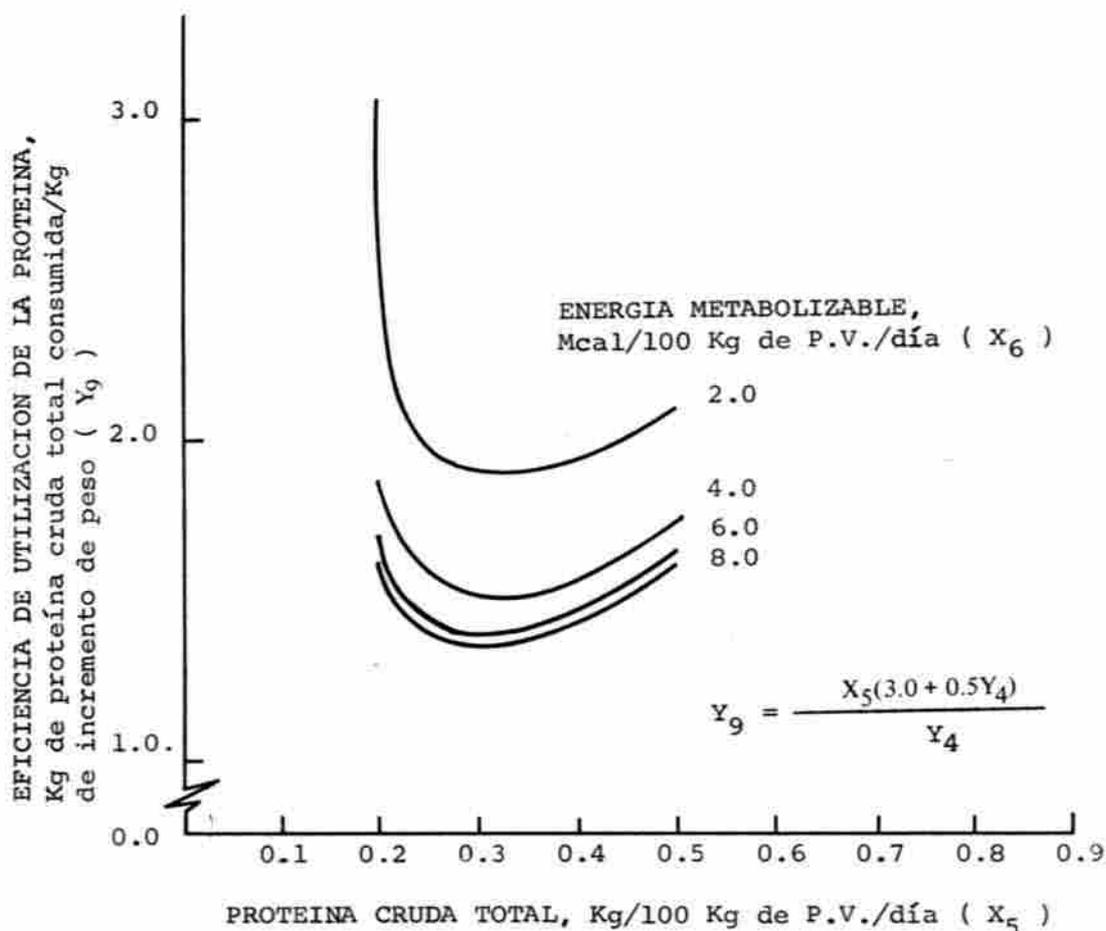


Figura 6. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización de la proteína cruda total

A cualquier nivel de energía metabolizable, la eficiencia proteica presentó valores óptimos a un nivel aproximado de 0.300 Kg de proteína cruda total/100 Kg de P.V./día. A medida que aumentó el nivel de energía metabolizable, mejoró en forma exponencial la eficiencia de utilización de la proteína. Esto puede estar asociado con un aumento en la síntesis de proteína microbiana, producto de una mayor disponibilidad de energía para los microorganismos ruminales (Al-Rabbat y col., 1971; Beever y col., 1971).

En la Figura 7 se presenta el efecto del nivel de consumo de proteína cruda total y energía sobre la eficiencia de utilización de la energía metabolizable. Se observa que la proteína presenta un efecto positivo sobre este parámetro, lo que se explica por su efecto sobre el incremento de peso (Fig.3).

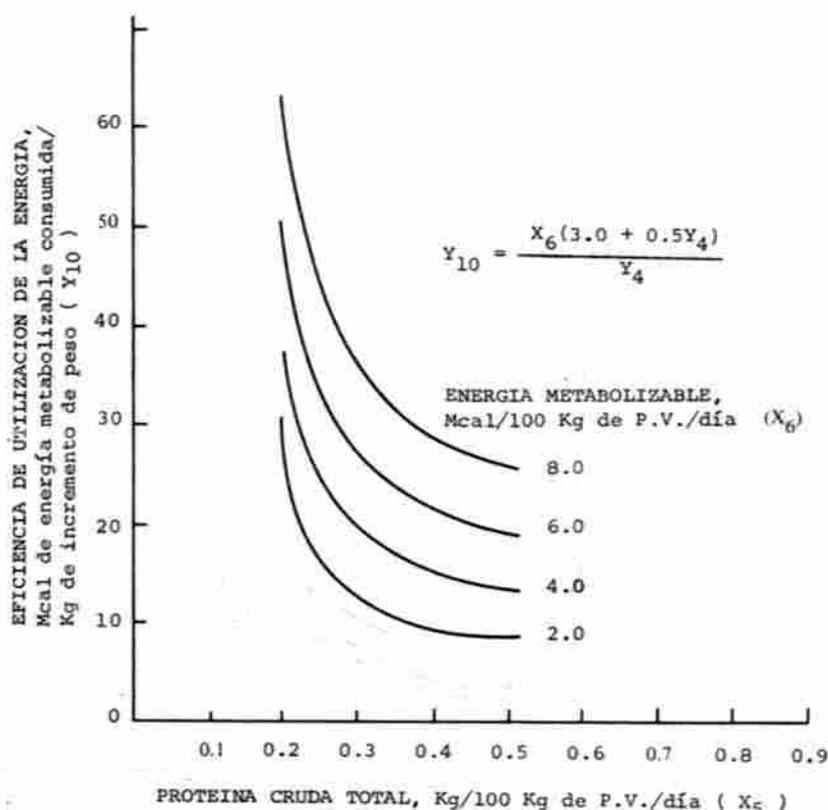


Figura 7. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización de la energía metabolizable

Al aumentar el consumo de energía disminuyó la eficiencia de utilización de la energía metabolizable. También esto implicó una mayor concentración de energía en la ración, lo que supone una mayor eficiencia energética (Preston y Willis, 1975), bajo condiciones no limitantes en proteína y dentro del intervalo casi lineal de respuesta en incremento de peso al consumo de energía. A niveles más altos de energía, la eficiencia de utilización de la energía metabolizable puede disminuir como resultado de un aumento en el consumo de energía y una disminución significativa en la tasa de incremento de peso (Fig. 3), que resultaría en una respuesta curvilínea al aumento de consumo de energía, lo que no coincide con la obtenida en el presente trabajo. Esto puede deberse a los altos incrementos de peso obtenidos a niveles bajos de energía metabolizable (Fig. 3), situación que establece una condición de sobre estimación de la eficiencia de utilización de la energía metabolizable. En el Cuadro 3 se presentan los valores del efecto  $\beta_2$  la

energía sobre la eficiencia energética e incremento de peso, promediados a través de los niveles experimentales de proteína cruda suplementaria (X, 0.150 Kg/100 Kg P.V./día). Se observa un efecto curvilíneo del nivel energético sobre la eficiencia energética, con un valor óptimo a un nivel de consumo de energía metabolizable de alrededor de 3.70 Mcal/100 Kg de P.V./día.

Cuadro 3. Efectos promediados del nivel de energía metabolizable sobre el incremento de peso y la eficiencia de utilización de la energía metabolizable.

MELAZA <sup>a</sup>	ENERGÍA METABOLIZABLE <sup>b</sup>	INCREMENTO DE PESO <sup>c</sup>	EUE <sup>d</sup>
0.00	2.62	0.207	41.2
0.63	3.69	0.622	20.5
1.25	5.27	0.687	26.8
1.88	6.74	0.698	34.2
2.50	8.22	0.699	40.3

<sup>a</sup> X<sub>2</sub>, Kg al natural/100 Kg de P.V./día.

<sup>b</sup> Mcal/100 Kg de P.V./día.

<sup>c</sup> Obtenida con la función  $Y_{11} = 0.700 - 0.493e^{-2.926X_2}$ , ( $R^2=0.86$ ,  $P < .05$ ), donde Y<sub>11</sub> es el incremento de peso en Kg/animal/día.

<sup>d</sup> EUE: Eficiencia de utilización de la energía metabolizable, en Mcal/Kg de aumento de P.V./día.

Para el análisis económico se desarrollaron ecuaciones de ingresos y costos totales para obtener el ingreso neto en función de X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub>.

$$\begin{aligned}
 IN = & K + K_1 (-0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 \\
 & + 0.187X_1X_2) - [K_0 + K_2(4.78 + 6.70X_1 - 1.65X_2 - 10.71X_1^2 \\
 & + 0.23X_2^2 + 1.04X_1X_2) + 3.41K_3X_2 + 0.11K_4X_1 + 4.34K_5X_1] \quad [4]
 \end{aligned}$$

donde IN representa el ingreso neto (balboas/animal/día)\*; K, un diferencial obtenido entre el precio de compra y el de venta sobre el peso inicial del animal (balboas/animal/día); K<sub>1</sub>, el precio de venta del animal en pie (balboas/Kg de P.V.); K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub> y K<sub>5</sub>, el precio (balboas/Kg al natural) de la paja de arroz, melaza, urea y harina de pescado, respectivamente; K<sub>0</sub>, los costos fijos (balboas/animal/día).

Al optimizar la ecuación [4], se obtuvieron las ecuaciones [5] y [6] que definen el nivel de X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> en el punto óptimo económico de producción para cualquier precio unitario de venta del producto y de los insumos de paja de arroz, melaza, urea y harina de pescado.

$$\begin{aligned}
 X_1 = & (-0.412K_1 - 1.650K_2 + 3.410K_3 + 0.212K_1X_2 \\
 & + 0.460K_2X_2)/(0.187K_1 - 1.035K_2) \quad [5]
 \end{aligned}$$

\* 1 balboa = 1 dólar U.S.A.

$$X_2 = K_1(15.924K_1 + 38.649K_2 - 118.784K_3 - 0.021K_4 - 0.812K_5) + K_2(-28.344K_2 + 73.042K_3 + 0.115K_4 + 4.514K_5) / (7.350K_1^2 + 11.872K_1K_2 - 10.935K_2^2) \quad [6]$$

Con un costo expresado por Kg al natural, de B/.0.034 para la melaza, B/.0.228 para la harina de pescado, B/.0.027 para la urea y B/.0.022 para la paja de arroz, el nivel óptimo económico de  $X_1$  y  $X_2$  es de 0.191 y 1.28 Kg/100 Kg de P.V./día, respectivamente. Esto representa un consumo de harina de pescado, urea y paja de arroz de 0.226, 0.021 y 1.20 Kg al natural/100 Kg de P.V./día. Con esta ración, el animal debe producir una ganancia de peso de 0.976 Kg diarios. Bajo estas condiciones, el subsistema produce un ingreso neto de B/.0.16/animal/día, con una rentabilidad de 7.94% en 120 días (Cuadro 4). Al no considerarse los intereses sobre el capital, este valor es directamente comparable con otras alternativas de inversión.

**Cuadro 4. Análisis económico bajo las condiciones de engorde en el Centro Experimental de Gualaca.**

	Balboas/animal/100 días
<b>Costo total (CT)</b>	
- Alimentos:	
Melaza	15.20
Harina de pescado	17.90
Urea	1.70
Paja de arroz	9.20
Minerales	0.50
- Instalaciones <sup>[a]</sup>	1.60
- Sanidad animal	1.26
- Manejo de la alimentación <sup>[b]</sup>	3.44
<b>Total</b>	<b>50.80</b>
<b>Ingresos totales (IT)</b>	
- Ganancia de peso <sup>[c]</sup>	53.68
- Diferencial, K <sup>[d]</sup>	13.20
<b>Total</b>	<b>66.88</b>
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
<b>Ingreso Neto (IN)</b>	<b>16.08</b>
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
<b>Rentabilidad (R) <sup>[e]</sup> , %</b>	<b>7.94</b>

[a] Instalaciones para 100 animales, con un período de depreciación de 4 años.

[b] Alimentación manual, un jornal diario para 100 animales.

[c] Precio de venta, B/.0.55/Kg en pie

[d] Precio de compra del animal (300 Kg de peso), B/.0.506/Kg en pie.

[e]  $R = 100 \text{ IN} / (\text{Costo inicial del animal} + \text{CT})$ , sin considerar el interés al capital.

Se puede aumentar la rentabilidad del subsistema disminuyendo los costos de transporte, principalmente los de paja de arroz y melaza. También es evidente la necesidad de mejorar el precio de la carne obtenida a través de este subsistema, ya que es bien conocido que la calidad y rendimiento en canal es superior al obtenido a base de sistemas pastoriles. Posiblemente, un aumento en el nivel de urea podría favorecer la economía del subsistema, pero hay que considerar los efectos que causaría un nivel alto de urea sobre los requerimientos de proteína cruda y energía del animal.

## CONCLUSIONES

1. La paja de arroz no contiene los nutrientes necesarios para mantener al animal sin pérdida de peso. La suplementación energética de este forraje no mejoró apreciablemente la respuesta animal, en cambio, al adicionar una fuente proteica se lograron adecuadas ganancias de peso.
2. El consumo de paja de arroz se incrementó ligeramente por la suplementación proteica y disminuyó en forma exponencial por la suplementación energética.
3. El incremento de peso varió en forma exponencial al aumentar el consumo de energía o proteína, lográndose ganancias de peso hasta de 1.0 Kg/animal/día, cuando se suplementó la paja de arroz con energía y proteína.
4. Es posible obtener subsistemas de alimentación económicamente rentables, a base de paja de arroz, melaza, harina de pescado y urea, factibles de utilizar por el productor durante la época seca.
5. La metodología basada en el establecimiento de relaciones biomatemáticas de insumo-producto, permite la apreciación de una gama de situaciones de producción con un máximo de utilización de los recursos de investigación.

## SUMMARY

As first phase in the development of feeding subsystems for bovines, based on the use of rice straw, a study on the effects of the level of supplementary protein and molasses on the response of steers was carried out under feed-lot conditions. Rice straw was administered *ad libitum* while the amounts of molasses, fishmeal and urea were varied. Using an incomplete 5 x 5 factorial arrangement (13 treatments) the levels of supplementary protein ( $X_1$ ) studied were: 0.0, 0.075, 0.150, 0.225 and 0.300 Kg/100 Kg liveweight/day; the molasses levels ( $X_2$ ) were: 0.0, 0.630, 1.250, 1.880 and 2.500 Kg as fed/100 Kg liveweight/day; 70% of the supplementary crude protein was provided by fishmeal and the rest by urea. Only those treatments with no supplementary protein caused losses in weight, although both variables affected this parameter in an exponential manner. The equation

$$Y_3 = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 + 0.187X_1X_2$$

( $R^2 = 0.97$ ,  $P < .01$ ), describes combined effects of the supplementary

crude protein ( $X_1$ ) and of the molasses ( $X_2$ ) upon weight gain ( $Y_3$ ) expressed in Kg/head/day. Molasses intakes negatively affected the intake of rice straw; in contrast, the protein improved it, as can be appreciated from the equation  $Y_5 = 4.78 + 6.72X_1 - 1.65X_2 - 10.71X_1^2 + 0.23X_2^2 + 1.04X_1X_2$

( $R^2 = 0.80$ ,  $P < .01$ ), where  $Y_5$  = rice straw intake, Kg D.M./head/day. Both variables produced quadratic effects on the efficiency of feed conversion. The establishment of mathematical input-output relationships allows the calculation of the economic optimum levels of the variables studied depending on the costs of the inputs and selling price of the product.

### BIBLIOGRAFIA

- AL-RABBAT, M. F.; BALDWIN, R. L. y WEIR, W. C. Microbial growth dependence on ammonia nitrogen in the bovine rumen: A quantitative study. *Journal of Dairy Science* 54:1162. 1971.
- AMMERMAN, C. B.; VERDE, G. J.; MOORE, J. E.; BURNS, W. C. y CHICCO, C. F. Biuret, urea and natural protein as nitrogen supplements for low quality roughage for sheep. *Journal of Animal Science* 35:121. 1972.
- 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. 74p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC. 11th edition. Washington, D. C., George Banta Company, 1970. 1,015 p.
- BEEVER, D. E.; HARRISON, D. G.; THOMSON, D. J. y OSBOURN, D. F. The supplementation of a low-nitrogen hay with urea and its effects on nitrogen transformation within the alimentary tract of adult sheep. *Proc. Nutr. Soc.* 30:15A. 1971.
- CARNEVALI, A. A.; SCHULTZ, T. A.; SCHULTZ, E. y CHICCO, C. F. Suplementación de heno de baja calidad con melaza y urea. *Memoria ALPA* 6:99. 1971.
- CLAVO, N. Respuesta a diferentes niveles de urea por novillos alimentados con melaza y bagazo de caña de azúcar. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1974. 45p.
- 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.

- ELIAS, A. Utilización de subproductos de la caña de azúcar en la alimentación animal: Melaza de caña para producción de carne de res. In Séptima Reunión Interamericana a Nivel Ministerial sobre el Control de la Fiebre Aftosa y otras Zoonosis. Organización Mundial de la Salud. Puerto España, Trinidad, 17-20 de abril de 1974.
- FICK, K. R.; AMMERMAN, C. B.; MCGOWAN, C. H.; LOGGINS, P. E. y CORNELL, J. A. Influence of supplemental energy and biuret nitrogen on the utilization of low quality roughage by sheep. *Journal of Animal Science*, 36:137. 1973.
- FLORES, F. Respuesta bio-económica en novillos de engorde con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 61p.
- HELMER, L. G. Y BARTLEY, E. E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *Journal of Dairy Science* 54:25-51. 1971.
- ISIDOR, M. E. Efecto de diferentes niveles de proteína, pasto y raquis de banano sobre el crecimiento de novillos con consumo *ad libitum* de banano. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 50p.
- LATIN AMERICAN TABLES OF FEEDS COMPOSITION. Gainesville, University of Florida, 1974. 509 p.
- LITTLE, C. O. Digestive tract nitrogen and feedlot performance of steer feed soybean meal or urea. *Journal of Animal Science* 27:1169. 1968.
- LOOSLI, J. K. y McDONALD, I. W. Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Agricultural Studies No. 75, 1968. 94 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of domestic animals. No. 4. Nutrient requirements of beef cattle. 4th edition. Washington, D. C. National Academy of Sciences, 1970. 55p.
- ORSKOV, E. R.; FRASER, C.; McDONALD, I. y SMART, R. I. Digestion of concentrates in sheep. 5. The effect of adding fish meal and urea together to cereal diets on protein digestion and utilization by young sheep. *British Journal of Nutrition* 31:89-98. 1974.
- PRESTON, T. R. y WILLIS, M. B. Producción intensiva de carne. Trad. de la 1a. ed. inglesa por T. R. Preston. México, D.F., Editorial Diana, 1975. pp. 252-258.
- ROUX, H. Estudio preliminar sobre el uso de la urea en la alimentación del ganado bovino en Panamá. *Publicación Técnica* No. 3. 1966. 20p.
- RUILOBA, ELIZABETH DE. Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. *Carta Informativa Pecuaria* 1 (2):7. 1977.

- RUIZ, M. E. y VOHNOUT, K. El uso de subproductos en la alimentación de bovinos en el trópico. In Exposiciones Pecuarias del Istmo Centroamericano (EXPICA). Tegucigalpa, Honduras, 10-17 de marzo de 1974.
- SCHULTZ, T. A.; CHICCO, C. F.; CARNEVALI, A. A. y MORENO, J. Sustitución de la harina de ajonjolí por urea en la suplementación del ensilaje de maíz para bovinos. Memoria ALPA 5:7. 1970.
- SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W.G. Statistical methods. 6th edition. Ames, Iowa State University Press, 1972. pp. 447-471.
- WHITE, T. W., REYNOLD, W. L. y HEMBURY, F. G. Influence of urea and molasses on nutrient digestibility of high roughage rations by steers. Journal of Animal Science 37:1428. 1973.

PRODUCCION DE CARNE DURANTE LA EPOCA SECA A BASE DE SUBPRODUCTOS. II. NIVELES DE PROTEINA Y SUSTITUCION DE PROTEINA VERDADERA POR UREA. [1]

M. H. Ruiloba\*, M. E. Ruiz\*\* y C. Pitty\*\*\*

Utilizando un arreglo factorial incompleto 5 x 5 (13 tratamientos) se estudió el efecto de la variable proteína cruda suplementaria,  $X_1$  (0.06, 0.12, 0.18, 0.24 y 0.30 Kg/100 Kg de P.V./día) y proporciones de  $X_1$  aportada por la urea,  $X_2$  (0.0, 17.5, 35.0, 52.0 y 70.0%), sobre la respuesta de 65 novillos alimentados a base de paja de arroz bajo confinamiento. La fuente de proteína verdadera suplementaria fue la harina de pescado. Se utilizó un nivel fijo de energía metabolizable, 5.20 Mcal/100 Kg de P.V./día y de paja de arroz, 1.10 Kg MS/100 Kg de P.V./día. La proteína cruda suplementaria afectó en forma positiva y exponencial el incremento de peso; sin embargo, a medida que la proporción de urea en  $X_1$  aumentaba, disminuyó prácticamente en forma lineal. Estos efectos están dados por la ecuación:

$$Y_1 = -21.658 + 22.764e^{-(0.0015/X_1 + 0.0002X_2)},$$

$R^2 = 0.86$ ,  $P > .01$ ), donde  $Y_1$  es el incremento de peso en Kg/animal/día. El reemplazo de la proteína verdadera en un 100% por urea resultó en una menor ganancia de peso del orden del 45%. La ecuación

$$Y_2 = -67.848 + 69.309e^{-(0.002/X_3 + 0.0001X_4)}, \quad (R^2 = 0.83, P < .01),$$

indica el efecto de la proteína cruda total,  $X_3$  (Kg/100 Kg de P.V./día) y del porcentaje de sustitución de esta proteína por urea,  $X_4$  (Kg / animal/día). La eficiencia de utilización de la proteína cruda total consumida fue afectada negativamente por el contenido de urea en la ración. El consumo de energía metabolizable se consideró un poco bajo y se juzga que esta limitación explica las ganancias relativamente moderadas que se obtuvieron. Económicamente, la mejor combinación de  $X_1$  y  $X_2$  fue de 0.170 Kg/100 Kg de P.V./día y 65%, respectivamente, obteniéndose un valor de  $Y_1 = 0.629$  Kg/animal/día y una rentabilidad en 120 días, de 5.2%, sin considerar el interés sobre el capital.

La alimentación del ganado en el trópico involucra, en muchos casos, el uso de forrajes de bajo contenido proteico, los cuales requieren suplementación. En Panamá, la disponibilidad de proteína verdadera para la alimentación de rumiantes es crítica debido a la escasez y alto costo de la misma.

[1] Trabajo presentado en la 6a. Reunión Latinoamericana de Producción Animal (A.L.P.A.), La Habana, Cuba, 4-10 diciembre, 1977.

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

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

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

La harina de pescado y la harina de carne y hueso son fuentes proteicas producidas en el país y tienen un costo por unidad de nitrógeno cuatro a seis veces superior al de la urea.

En raciones para bovinos se puede sustituir hasta un 30% de la proteína cruda total por su equivalente en urea, sin que se afecte la respuesta del animal (Oltjen, 1969; Elías 1974). También se ha informado de niveles de sustitución de 100%, con una reducción del 35% en el crecimiento, eficiencia alimenticia y retención de nitrógeno (Oltjen, 1969). Varios investigadores (Ruíz y Vohnout, 1974; Clavo, 1974), al utilizar en raciones de engorde de ganado la harina de carne y hueso, como fuente principal de proteína cruda verdadera y niveles de sustitución por urea desde 0 a 72%, encontraron una disminución lineal en la ganancia de peso a medida que se incrementó la urea.

Se ha indicado (Loosli y McDonald, 1968) que el nivel de proteína de la ración afecta la eficiencia de utilización de la urea, disminuyendo ésta al aumentar la concentración de proteína. El nivel y fuente de energía son importantes ya que los microorganismos del rumen requieren de suficiente energía para transformar la urea en proteína.

El presente trabajo se realizó en base a consideraciones de un estudio anterior (Ruiloba y Ruíz, 1978), en el que se sugiere estudiar la factibilidad bio-económica de utilizar altos niveles de urea en raciones de engorde de ganado, basadas en el uso de la paja de arroz.

---

---

## MATERIALES Y METODOS

---

---

Este estudio se desarrolló durante la época seca, en el Centro Experimental de Gualaca, ubicada a una altura de 45 msnm y una temperatura promedio de 28°C durante esta época.

Se utilizaron 65 animales Cebú comercial, con un peso promedio de 300 Kg y una edad promedio de 24 meses. Inicialmente, los animales recibieron los tratamientos sanitarios contra endo y ectoparásitos; además, se les aplicó 2,500,000 UI de vitamina A; 3,750,000 UI de vitamina D y 250 UI de vitamina E. Todos los animales recibieron una mezcla mineral\* a libre consumo durante el período experimental.

La prueba se realizó bajo condiciones de encorralamiento de los animales y la alimentación se caracterizó por un nivel fijo de paja de arroz (1.10 Kg de MS/100 Kg de P.V./dfa) y de energía metabolizable (5.20 Mcal/100 Kg de P.V./dfa), el cual se mantuvo mediante pequeñas variaciones en el nivel de melaza, de acuerdo al consumo de harina de pescado y urea. La variación en estos dos últimos ingredientes obedeció a condiciones establecidas por los tratamientos, los que contemplaron cinco niveles de proteína cruda suplementaria (0.060, 0.120, 0.180, 0.240 y 0.300 Kg/100 Kg de P.V./dfa) y cin-

---

\* 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: 75 ppm, I: 25 ppm.

co niveles de sustitución de proteína verdadera suplementaria por su equivalente en urea (0.0, 17.5, 35.0, 52.0 y 70.0%). El nivel de energía de las raciones experimentales se determinó utilizando valores reportados en la literatura (Latin American Tables of Feeds Composition, 1974). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial incompleto, con el que se evaluaron 13 tratamientos. El experimento tuvo una duración de 109 días, incluyendo 21 días de adaptación. La adaptación del animal a la urea se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Método de suministro de la urea al animal.**

<b>DIAS DE ADAPTACION</b>	<b>CONSUMO DE UREA, g/100 Kg de P. V./ día</b>
1, 2, 3	15
4, 5, 6	30
7, 8, 9	45
10, 11, 12	60
13, 14, 15	75
16	80
17	85
18	90
19	95
20	100

Para el análisis de materia seca se utilizó el método al vacío y para la proteína, el método de Kjeldahl (AOAC, 1970). Los contenidos promedios de materia seca y proteína de la melaza, harina de pescado y paja de arroz fueron de 75.40 y 4.70; 92.05 y 59.25; 91.76 y 4.96%, respectivamente. La urea presentó un contenido de nitrógeno de 45.3%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los consumos de urea fijados para cada uno de los tratamientos se lograron en el tiempo estipulado por el método de suministro al animal (Cuadro 1), sin problemas de consumo de la ración o de intoxicación por urea. Church (1974), en una revisión sobre adaptación de rumiantes a la urea, presenta información basada en la capacidad de síntesis de los microorganismos del rumen, retención de nitrógeno e incremento de peso, la que establece que en un período de 20 a 40 días el animal se adapta a dosis altas de urea.

El consumo diario de materia seca (2.15 Kg/100 Kg de P.V.) y energía metabolizable (5.20 Mcal/100 Kg de P.V.) resultó prácticamente constante para todos los tratamientos. El consumo máximo de urea fue de 0.265 Kg/animal/día, lo que representó una sustitución por urea del 70% de la proteína cruda suplementaria y de un 53.7% de la proteína cruda total.

Los incrementos de peso obtenidos en cada tratamiento se presentan en el Cuadro 2, donde se observa una respuesta promedio de 0.688 Kg/animal/

día, con incrementos mínimos de 0.221 y máximos de 0.915 Kg/animal/día.

**Cuadro 2.** Incremento de peso a diferentes niveles de proteína cruda suplementaria y proporciones de ésta aportada por la urea, Kg/animal/día.

UREA <sup>[a]</sup>	PROTEINA CRUDA SUPLEMENTARIA <sup>[b]</sup>					$\bar{Y}$
	0.060	0.120	0.180	0.240	0.300	
0.0	0.462		0.904		0.915	0.760
17.5		0.849		0.910		0.879
35.0	0.509		0.856		0.869	0.745
52.0		0.404		0.776		0.590
70.0	0.221		0.572		0.607	0.467
$\bar{Y}$	0.397	0.626	0.777	0.843	0.797	0.688

[a] Por ciento de sustitución de proteína verdadera suplementaria por su equivalente en urea.

[b] Kg/100 Kg de P.V./día.

El efecto de la proteína cruda suplementaria y la sustitución de esta proteína por urea, sobre el incremento de peso se ilustra en la Figura 1. Independiente del nivel de sustitución por urea, al incrementarse la proteína cruda suplementaria, la respuesta animal aumentó en forma exponencial. Estos resultados confirman los obtenidos en un trabajo anterior (Ruiloba y Ruíz, 1978), en donde a partir de 0.225 Kg de proteína cruda suplementaria (harina de pescado-urea)/100 Kg de P.V./día, el incremento de peso permaneció casi constante. Otros autores (Flores, 1973; Isidor, 1973) han informado este tipo de efecto de la proteína sobre la ganancia de peso.

A medida que aumentó el nivel de urea en la ración, el incremento de peso disminuyó en forma lineal (Figura 1). Teóricamente, al reemplazar el 100% de la proteína verdadera suplementaria por urea, se espera una disminución en la ganancia de peso del 45%. Estos resultados son similares a los obtenidos con otras fuentes de proteína verdadera (Schultz y col., 1970; Ruíz y Vohnout, 1974; Clavo, 1974). Además, se encontró que un reemplazo del 100% no afectó la digestibilidad de la materia seca y nitrógeno total, pero sí en forma negativa la retención de nitrógeno (Schultz y col., 1970). Sin embargo, otros autores han obtenido efectos negativos sobre estos parámetros al aumentar al nivel de urea en la ración (Kropp y col., 1977).

El efecto de la proteína cruda total y de la sustitución por urea sobre el incremento de peso se indica en la Figura 2. Esta respuesta confirma el efecto cualitativo obtenido con la proteína cruda suplementaria y la sustitución de esta proteína por su equivalente en urea (Figura 1).

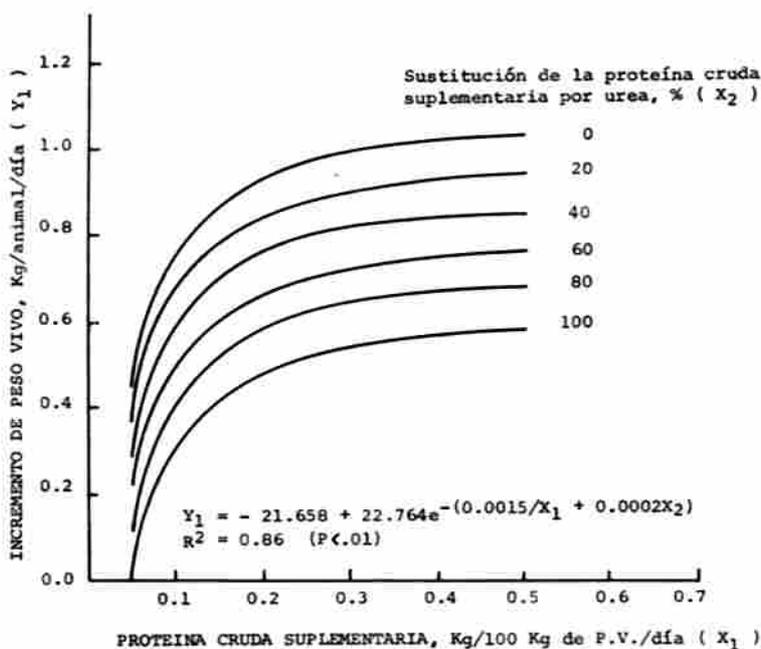


Figura 1. Efecto de la proteína cruda suplementaria y sustitución de esta proteína por urea sobre el incremento de peso

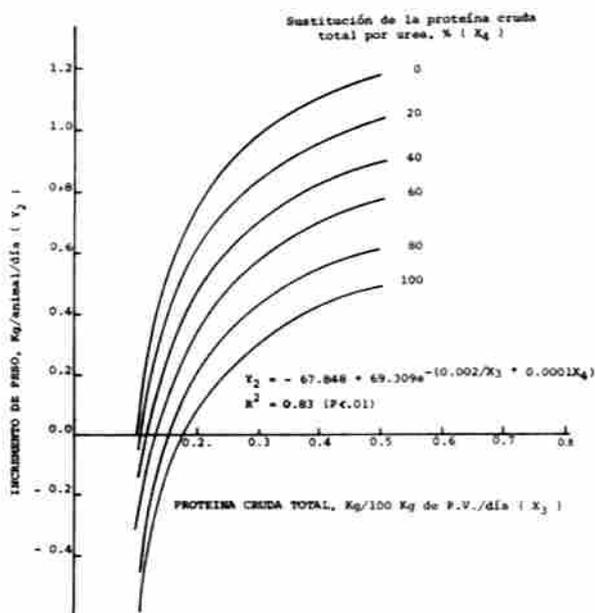


Figura 2. Efecto de la proteína cruda total y sustitución de esta proteína por urea sobre el incremento de peso

Al aumentar el nivel de urea, las tasas de disminución del incremento de peso fueron de 0.0045 y 0.0069 Kg por unidad porcentual de sustitución por urea, de la proteína cruda suplementaria y proteína cruda total, respectivamente. Ruíz y Vohnout (1976) obtuvieron un valor de 0.0047 al utilizar un nivel de proteína cruda total de 0.360 Kg/100 Kg de P.V./día y niveles de sustitución por urea de hasta 60% del total de esta proteína. Las fuentes de proteína verdadera suplementaria fueron diferentes, pero esto no explica la diferencia obtenida en la tasa de disminución del incremento de peso, ya que se ha indicado que la proteína aportada por la harina de pescado es mejor utilizada por los rumiantes que la harina de carne y hueso (Ruíz y Vohnout, 1974). Es posible que la diferencia se deba al nivel de energía de la ración, ya que estos autores ofrecieron a los animales melaza *ad libitum*, obteniendo consumos mayores de 6.0 Mcal EM/100 Kg de P.V./día, nivel que es superior al utilizado en el presente trabajo. Se ha indicado (Loosli y McDonald, 1968; Kropp y col., 1977) que para una mejor utilización de la urea es necesario que los microorganismos del rumen cuenten con la suficiente disponibilidad de energía.

La eficiencia de utilización de la proteína cruda total consumida varió en forma curvilínea al incrementarse el contenido de proteína de la ración (Figura 3), con los mejores resultados a un nivel de proteína que depende de la proporción de urea en la ración. En cambio, este parámetro resultó afectado negativamente por el nivel de sustitución por urea.

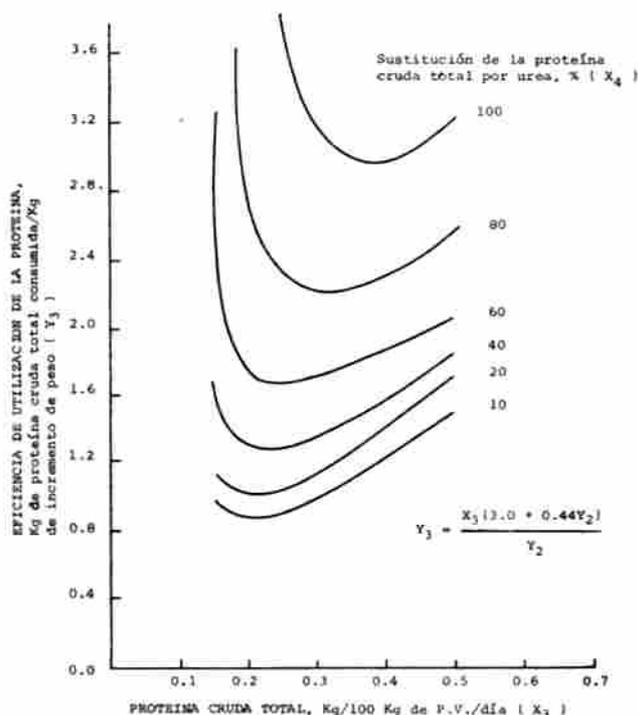


Figura 3. Efecto de la proteína cruda total y sustitución de esta proteína por urea sobre la eficiencia de utilización de la proteína cruda total.

Otros investigadores (Ruíz y Vohnout, 1974) han informado un efecto cualitativo de la urea sobre la eficiencia de utilización de la proteína cruda, similar al obtenido en el presente trabajo. A niveles menores de 40% de sustitución por urea las mejores eficiencias de utilización de la proteína cruda se obtuvieron prácticamente al mismo nivel de proteína cruda (0.200 Kg/100 Kg de P.V./día). En cambio, a niveles mayores de urea, la eficiencia óptima se obtuvo a niveles más altos de proteína cruda. La literatura informa que hasta un nivel de 30% de sustitución por urea, la utilización del NNP es similar a la del nitrógeno proteico (Oltjen, 1965; Elías, 1974).

Para el análisis económico se utilizó el procedimiento indicado en un estudio anterior (Ruiloba y Ruíz, 1978), de tal forma que,

$$\begin{aligned}
 IN = & K - K_1(0.2250 + 5.6481X_1 + 0.0014X_2 - 11.0602X_1^2 \\
 & - 0.0001X_2^2 + 0.0005X_1X_2) - K_0 - K_4(0.0826 - 0.4714X_1 \\
 & - 0.0023X_2) - K_5(0.3517 + 3.5708X_1 - 0.0107X_2) \\
 & - (1.0840K_2 + 0.8700K_3)(3.0990 + 2.4852X_1 + 0.0006X_2 \\
 & - 4.8665X_1^2 - 0.00004X_2^2 + 0.0002X_1X_2) \quad [1]
 \end{aligned}$$

En donde (IN) es el ingreso neto (balboas\*/animal/día);  $K_0$ , los costos fijos (balboas/animal/día);  $K$ , un diferencial obtenido entre el precio de compra y el de venta, sobre el peso de entrada del animal al período de prueba, (balboas/animal/día);  $K_1$ , el precio de venta del animal en pie (balboas/Kg de P.V.);  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$ ,  $K_5$ , el precio (balboas/Kg en base seca) de la paja de arroz, melaza, urea y harina de pescado, respectivamente.

El nivel óptimo económico de las variables  $X_1$  y  $X_2$ , para cualquier precio unitario de los insumos paja de arroz, melaza, urea y harina de pescado, se obtiene a partir de las ecuaciones [2] y [3].

$$\begin{aligned}
 X_1 = & (-0.0012K_1^2 + 0.0001K_1K_4 + 0.0007K_1K_5 + 0.0011K_1K_2 \\
 & + 0.0010K_1K_3 - 0.00001K_2K_4 - 0.00002K_3K_4 - 0.0003K_2K_5 \\
 & - 0.0002K_3K_5 - 0.0003K_2^2 - 0.0004K_2K_3 \\
 & - 0.0001K_3^2)/(-0.0044K_1^2 + 0.0041K_1K_2 + 0.0032K_2K_3 \\
 & - 0.0010K_2^2 - 0.0014K_2K_3 - 0.0006K_3^2) \quad [2]
 \end{aligned}$$

\* 1 Balboa = 1 dólar U.S.A.

$$\begin{aligned}
 X_2 = & [X_1(22.1204K_1 - 10.5506K_2 - 8.4677K_3) \\
 & - 5.6481K_1 + 0.4714K_4 + 3.5708K_5 + 2.6940K_2 \\
 & + 2.1621K_3] / (0.0005K_1 - 0.00002K_2 - 0.00017K_3) \quad [3]
 \end{aligned}$$

Bajo las condiciones de costo de los insumos y productos que se obtienen en el Centro Experimental de Gualaca, se determinó que la condición óptima económica de producción se obtiene con 0.170 Kg de proteína cruda suplementaria/100 Kg de P.V./día, de la cual un 65% es aportada por la urea. Esto representa un consumo de 0.045 Kg de urea, 0.080 Kg de harina de pescado, 1.084 Kg de paja de arroz y 0.870 Kg de melaza, en base seca/100 Kg de P.V./día. Esta ración permite una ganancia de peso esperada de 0.629 Kg/animal/día. Con este nivel de producción, el subsistema ofrecería una rentabilidad en 120 días de 5.2%, sin incluir el interés al capital.

### CONCLUSIONES

1. La respuesta en términos de ganancia de peso, aumentó en forma exponencial al incrementarse el nivel de consumo de proteína.
2. Al aumentarse el nivel de consumo de urea, la ganancia de peso disminuyó en forma lineal; sin embargo, es posible obtener adecuados aumentos de peso con niveles altos de urea, siempre que el animal disponga de la energía necesaria.
3. Con los costos actuales de los insumos utilizados en este trabajo, es posible obtener sub-sistemas de alimentación rentables, con niveles altos de urea en la ración.

### SUMMARY

An experiment was conducted to study the effect of crude protein,  $X_1$  (0.06, 0.12, 0.18, 0.24 and 0.30 Kg/100 Kg of liveweight/day), and the proportions of  $X_1$  contributed by urea,  $X_2$  (0.0, 17.5, 35.0, 52.0 and 70.0%), on the performance of steers receiving rice straw as a basal diet. Sixty-five Zebu steers were used in an incomplete 5 x 5 factorial design (13 treatments). Fishmeal was the true protein source. A constant metabolizable energy allowance (5.20 Mcal/100 Kg liveweight/day) and a fixed amount of rice straw (1.10 Kg D.M./100 Kg liveweight/day) were provided. Average daily gains were increased by the use of supplementary crude protein in an exponential manner; however, as the proportion of urea in the diet increased, the response decreased almost linearly. These effects are expressed by the following equation:

$Y_1 = -21.658 + 22.764e^{-(0.0015/X_1 + 0.0002X_2)}$ , ( $R^2 = 0.86$ ,  $P < .01$ ), where  $Y_1$  represents the average daily gain (Kg/head). The total substitution of

the true protein by urea resulted in a 45% lower daily gain.

The effect of total crude protein,  $X_1$  (Kg/100 Kg liveweight/day) and the percentage of protein substitution by urea,  $X_2\%$ , on the average daily gain,  $Y_2$ (Kg/head), is expressed by the equation:

$$Y_2 = -67.848 + 69.309e^{-(0.002/X_3 + 0.0001X_4)}, (R^2 = 0.83, P < .01).$$

The efficiency of total protein utilization was affected in a curvilinear manner by the level of total crude protein, and in a negative manner by the urea content of the ration. Consumption of metabolizable energy was considered relatively low, and probably, this fact limited the daily gains.

From an economical point of view, the best combination of  $X_1$  and  $X_2$  was 0.170 and 65%, respectively. This combination resulted in a daily gain of 0.629 Kg/animal and gave a profit of 5.2%.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official of analysis of AOAC. 11th edition, Washington, D.C., George Banta Company, 1970. 1,015p.
- CLAVO, N. Respuesta a diferentes niveles de urea por novillos alimentados con melaza y bagazo de caña de azúcar. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1974. 45p.
- CHURCH, D. C. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 2. Nutrición. Trad. de la 1 ed. inglesa por F. Castrejón C. Zaragoza, España, Editorial Acribia, 1974. pp. 222-225.
- ELIAS, A. Utilización de subproductos de la caña de azúcar en la alimentación animal. Melaza de caña para producción de carne de res. In Séptima Reunión Interamericana a Nivel Ministerial sobre el control de la Fiebre Aftosa y otras Zoonosis. Organización Mundial de la Salud. Puerto España, Trinidad, 17-20 de abril de 1974.
- FLORES, F. Respuesta bio-económica en novillos de engorde con diferentes niveles de pulpa de café ensilada y proteína. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 50p.
- ISIDOR, M. E. Efecto de diferentes niveles de proteína, pasto y raquis de banano sobre el crecimiento de novillos con consumo *ad libitum* de banano. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1973. 61 p.
- KROPP, J. R.; JOHNSON, R. R.; MALES, J. R. y OWENS, F. N. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: isonitrogenous substitution of urea for soybean meal. Journal of Animal Science, 45:837. 1977.
- LATIN AMERICAN TABLES OF FEEDS COMPOSITION. Gainesville, University of Florida, 1974. 509p.

- LOOSLI, J. K. y McDONALD, I. W. Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Agricultural Studies No. 73, Roma, 1968. 94 p.
- OLTJEN, R. Effects of feeding ruminant non-protein nitrogen as the only nitrogen source. *Journal of Animal Science* 28:673. 1969.
- RUILOBA, M. H. y RUIZ, M. E. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. I. Niveles de proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 1: en prensa. 1978.
- RUIZ, M. E. y VOHNOUT, K. El uso de subproductos en la alimentación de bovinos en el trópico. *In* Exposiciones Pecuarias del Istmo Centroamericano (EXPICA). Tegucigalpa, Honduras, 10-17 de marzo, 1974.
- SCHULTZ, T. A.; CHICCO, C. F.; CARNEVALI, A. A. y MORENO, J. Sustitución de la harina de ajonjolí por urea en la suplementación del ensilaje de maíz para bovinos. *Memoria ALPA*, 5:7. 1970.

PRODUCCION DE CARNE DURANTE LA EPOCA SECA A BASE DE SUB-PRODUCTOS. III. INTEGRACION DE COMPONENTES Y VALIDACION DE SISTEMAS DE ALIMENTACION DE ENGORDE [1]

M. H. Ruiloba\*, M. E. Ruíz\*\* y C. Pitty\*\*\*

El presente trabajo versó sobre los aspectos de integración de información en forma de subsistemas de alimentación de verano y la validación de estos subsistemas. Utilizando datos obtenidos en experimentos previos, se desarrolló la ecuación de predicción de ganancia de peso (Kg/animal/día),  $Y_e = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 + 0.187X_1X_2 - 0.0045(X_3 - 30)$ , donde  $X_1$  representa la proteína cruda suplementaria (Kg/100 Kg de P.V./día),  $X_2$  la melaza (Kg al natural/100 Kg de P.V./día) y  $X_3$  el porcentaje de  $X_1$  suplido por la urea. Se realizó una prueba de engorde con cuatro tratamientos y 80 novillos de 300 Kg de peso inicial, con el propósito de medir el grado de predicción de  $Y_e$ . Los subsistemas contemplaban varios niveles de  $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ , caracterizados en este mismo orden como sigue: 1) 0.173, 1.31 y 30; 2) 0.171, 1.82 y 59.1; 3) 0.214, 1.28 y 30.4; 4) 0.211, 1.78 y 59.2. Las ganancias de peso esperadas y observadas fueron, respectivamente: 1) 0.939 y 1.023; 2) 0.860 y 1.000; 3) 1.009 y 1.023; 4) 0.941 y 0.988 Kg/animal/día. Las diferencias entre estos valores promediaron 7.9%, indicando una alta confiabilidad en las predicciones realizadas a partir de la información producida durante el desarrollo de estos subsistemas de alimentación a base de paja de arroz.

En el Centro Experimental de Gualaca se ha generado información sobre el efecto de los componentes energía, proteína y nitrógeno no proteico en la respuesta de bovinos bajo confinamiento. También se ha producido información sobre las interacciones binarias entre estos componentes, no así entre las interacciones simultáneas entre los tres componentes. Estos estudios se han realizado utilizando como fuentes de nutrientes la melaza de caña de azúcar, harina de pescado, urea y paja de arroz (Ruiloba y Ruíz; Ruiloba y Col., 1978).

La integración de la información mencionada, permitiría la elaboración de raciones para diversas situaciones alimenticias, pero es necesario someterla a un proceso de validación que permita afinar los subsistemas de alimentación generados y determinar la confiabilidad de las predicciones.

[1] Trabajo presentado en la 6a. Reunión Latinoamericana de Producción Animal (A.L.P.A.), La Habana, Cuba, 4-10, diciembre 1977.

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

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

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

Con este propósito, se realizó el presente trabajo para integrar la información existente y su posterior validación en la forma de subsistemas de alimentación de bovinos durante la época seca.

## MATERIALES Y METODOS

Para la integración de componentes se utilizó información generada en trabajos anteriores (Ruiloba y Ruíz, 1978; Ruiloba y col., 1978) que se refieren a la ganancia de peso según ecuaciones: [1] y [2].

$$Y_1 = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.160X_2^2 + 0.187X_1X_2 \quad [1]$$

$$R^2 = 0.97, P < .01$$

$$Y_2 = -21.658 + 22.764e^{-(0.0015/X_1 + 0.0002X_3)}$$

$$R_2 = 0.86, P < .01 \quad [2]$$

en donde  $Y_1$  y  $Y_2$  representan los incrementos de peso (Kg/animal/día),  $X_1$  y  $X_2$ , el nivel de proteína cruda suplementaria y melaza al natural (Kg/100 Kg de P.V./día), respectivamente; y  $X_3$ , la proporción porcentual de la proteína cruda suplementaria aportada por la urea. En la primera ecuación, la proteína cruda suplementaria fue aportada en un 70% por la harina de pescado y en un 30% por la urea. La melaza utilizada tenía un contenido de materia seca de 78.7%.

Para la prueba de validación se utilizaron 80 novillos Cebú comercial, con un peso promedio de 314 Kg y una edad promedio de 24 meses. Antes de confinarse los animales, estos fueron tratados contra endo y ectoparásitos, además se les aplicó 5 ml del complejo vitamínico AD<sub>3</sub>E (A: 2,500,000 UI; D<sub>3</sub>: 3,750,000 UI; E: 250 UI). Los animales dispusieron de una mezcla mineral\* para su consumo *ad libitum*.

La alimentación fue a base de melaza, harina de pescado, urea y paja de arroz. Después del proceso de integración de funciones se generaron cuatro subsistemas alimenticios para ser sometidos a la prueba de validación, los que se describen en el Cuadro 1.

La alimentación se ofreció en partes iguales dos veces al día, permaneciendo los animales en corrales durante los 86 días que duró el período de engorde. Según lo establecido en el Cuadro 1, la cantidad de alimento por animal se ajustó cada 15 días, de acuerdo al cambio de peso esperado.

---

\* 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: 75 ppm, I: 25 ppm.

Cuadro 1. Descripción de una subpoblación de cuatro subsistemas de alimentación, basados en el uso de paja de arroz.

	SUBSISTEMAS			
	1	2	3	4
Paja de arroz <sup>a</sup>	1.01	0.83	1.01	0.84
Melaza de caña (X <sub>2</sub> ) <sup>a</sup>	1.31	1.82	1.28	1.78
Harina de pescado <sup>a</sup>	0.204	0.119	0.252	0.146
Urea <sup>a</sup>	0.019	0.037	0.024	0.046
Proteína cruda suplementaria (X <sub>1</sub> ) <sup>b</sup>	0.173	0.171	0.214	0.211
Proporción de X <sub>1</sub> aportada por la Urea, (X <sub>3</sub> ), %	30.00	59.10	30.40	59.20

<sup>a</sup> Kg en base natural/100 Kg de P.V./día.

<sup>b</sup> Kg/100 Kg de P.V./día.

Para el análisis de materia seca se utilizó el método al vacío y para nitrógeno, el método de Kjeldahl (AOAC, 1970). La melaza, paja de arroz y harina de pescado presenta valores promedios de materia seca de 76.9, 89.1 y 90.9%, y de proteína cruda en base seca de 7.44, 3.73 y 65.0%, respectivamente. La urea presentó un valor de 43.4% de nitrógeno. Se utilizaron valores de energía metabolizable de 3.47, 1.51 y 2.70 Mcal/Kg de MS, para la melaza, paja de arroz y harina de pescado, respectivamente (Latin American Tables of Feed Composition, 1974).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La integración comprendió los componentes energía, proteína suplementaria y nivel de sustitución de esta proteína por su equivalente en urea. Para establecer el efecto combinado de estos tres componentes sobre el incremento de peso se utilizaron las funciones [1] y [2]. De acuerdo con estas ecuaciones, el incremento de peso presenta una respuesta curvilínea a la proteína suplementaria y a la melaza, mientras que la respuesta a la sustitución de proteína verdadera suplementaria por urea es lineal (Fig. 1).

Independientemente del nivel de proteína suplementaria, se obtuvo una tasa de disminución en el incremento de peso diario, de 0.0045 Kg por unidad de sustitución de la proteína verdadera suplementaria por su equivalente en urea (Fig. 1). En otros trabajos en el que se utilizaron consumos libres de energía (Villegas y Ruíz, 1975), se obtuvo un valor de 0.0047 Kg de disminución en la ganancia de peso diaria por unidad de sustitución de la proteína cruda total por urea. Con base en estos resultados, se derivó una ecuación, para predecir el incremento de peso en función simultánea de X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> y X<sub>3</sub> en la que,

$$Y_e = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 + 0.187X_1X_2 - 0.0045(X_3 - 30) \quad [3]$$

en donde Y<sub>e</sub> representa el incremento de peso esperado (Kg/animal/día).

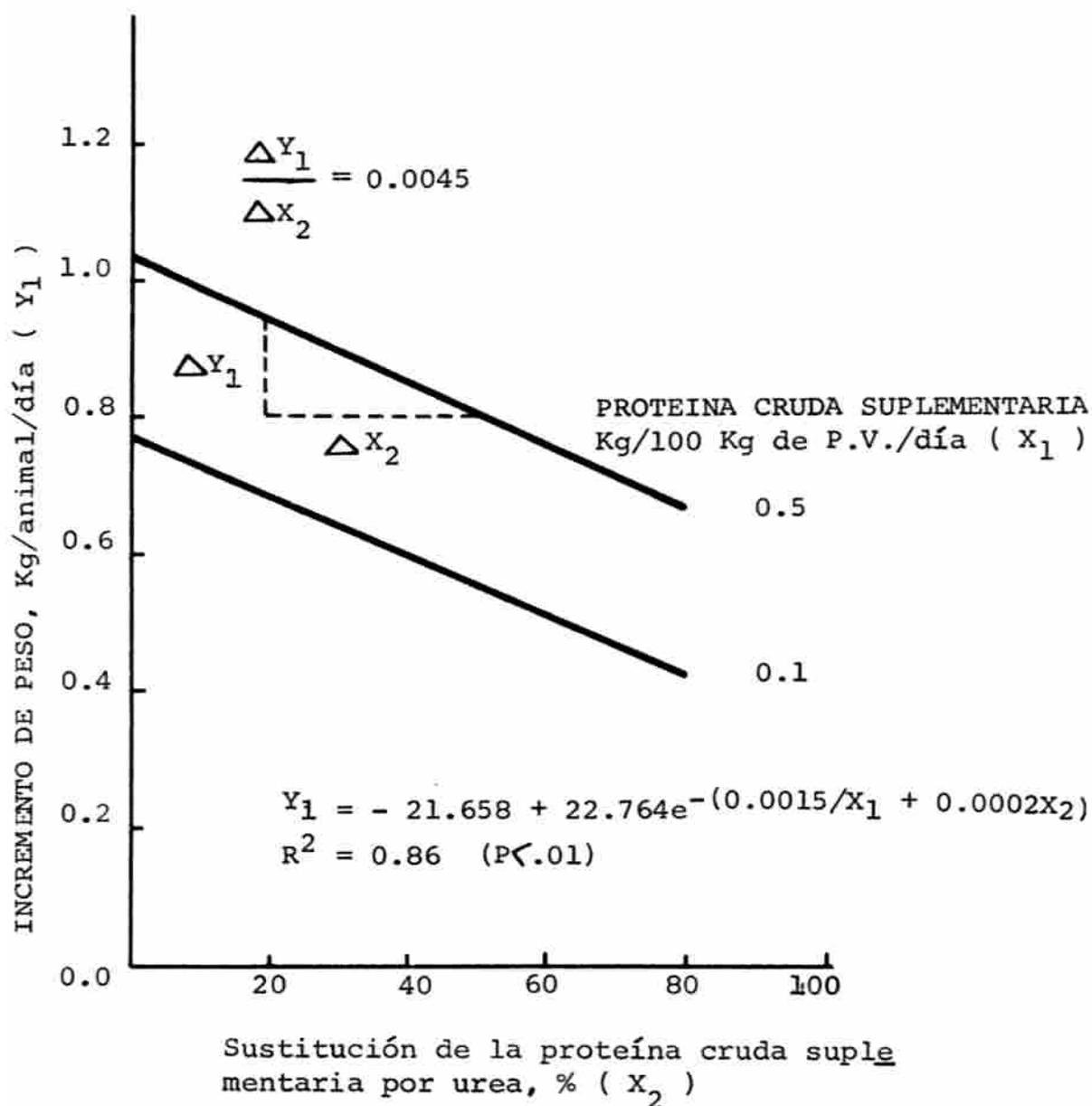


Figura 1. Cálculo de la tasa de disminución de la ganancia de peso por unidad porcentual de sustitución de la proteína cruda suplementaria por urea

Utilizando la ecuación [3] y en base a los valores presentados en el Cuadro 1, se calcularon las predicciones de respuesta animal, las que pueden compararse con las obtenidas a nivel de campo (Cuadro 2). Además, se indican los valores de rentabilidad de cada uno de los subsistemas, calculados según el procedimiento indicado por Ruiloba y Rufz (1978).

Cuadro 2. Resultados de la evaluación de los subsistemas de alimentación.

	SUBSISTEMAS			
	1	2	3	4
Ganancia de peso, Kg/animal/día				
Esperada (Ye)	0.939	0.860	1.009	0.941
Obtenida (Yo)	1.023	1.000	1.023	0.988
Error, %	8.9	16.3	1.4	5.0
Rentabilidad, % <sup>a</sup>	7.8	6.8	6.0	5.7

<sup>a</sup> Relación porcentual entre el ingreso neto y el costo total. Este último no incluye el interés sobre el capital invertido en 120 días.

En cuanto a la ganancia de peso, al comparar el valor obtenido con el esperado, se observa un error promedio en la predicción de sólo un 7.9%, con un máximo de 16.3%. Estos valores son bajos si se consideran posibles variantes como la calidad genética de los animales, aspectos climatológicos y de manejo. Los cuatro subsistemas se calcularon para producir altas ganancias de peso; esto se corroboró al obtenerse una ganancia promedio general de 1.008 Kg/animal/día, sin que se detectaran deficiencias significativas entre los tratamientos ( $P < .01$ ). Se considera que la prueba de validación debería haber comprendido subsistemas con predicciones de respuesta animal muy divergentes. Esto es necesario para determinar la sensibilidad de la ecuación [3] a una gran variedad de niveles de producción.

### CONCLUSIONES

1. La función de ganancia de peso desarrollada en base a los componentes melaza, proteína suplementaria y urea, permiten predecir aumentos altos de peso con un mínimo de error.
2. Es necesario determinar la sensibilidad de la ecuación de predicción de ganancia de peso, bajo condiciones alimenticias que permitan niveles más bajos de producción a los obtenidos en el presente trabajo.

### SUMMARY

The present study was designed to cover the aspects of integration of information in feeding subsystems for the dry season, and the validation of these subsystems. Based on data obtained in previous experiments, the following prediction equation was developed:

$$Y_e = -0.394 + 8.406X_1 + 0.412X_2 - 17.417X_1^2 - 0.106X_2^2 + 0.187X_1X_2$$

- 0.0045( $X_3 - 30$ ), where  $X_1$  represents the supplementary crude protein (Kg/100 Kg liveweight/day),  $X_2$  the molasses (Kg/100 Kg liveweight/day) and  $X_3$  the percentage of  $X_1$  substituted by urea. Eighty steer with an initial average weight of 300 Kg were used in a feeding trial to test the degree of prediction of  $Y_e$ . The subsystems included various levels of  $X_1$ ,  $X_2$  and  $X_3$  as follows: 1) 0.173, 1.31 and 30; 2) 0.171, 1.82 and 59.1; 3) 0.214,

1.28 and 30.4; 4) 0.211, 1.78 and 59.2. The expected and observed daily weight gains were, respectively: 1) 0.939 and 1.023; 2) 0.860 and 1.000; 3) 1.009 and 1.023; 4) 0.941 and 0.988 Kg/head. The differences among these values averaged 7.9% indicating a high profit in the predictions based on the information produced in the process of developing feeding subsystems for the dry season utilizing rice straw.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC. 11th edition. Washington, D.C., George Banta Company, 1970. 1015 p.
- LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION. Gainesville, University of Florida, 1974. 509 p.
- RUILOBA, M. H. y RUIZ, M. E. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. I. Niveles de proteína suplementaria y melaza. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* 1: en prensa. 1978.
- \_\_\_\_\_ y PITTY, C. Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por NNP. *Ciencias Agropecuarias (Panamá)* 1: en prensa. 1978.
- VILLEGAS, L. A. y RUIZ, M. E. Engorde de ganado con subproductos de caña de azúcar. II. Sustitución de proteína por urea. *In Memoria ALPA* 11:100. 1975.



NOTAS DE INVESTIGACION

## EVALUACION DE RESULTADOS PRELIMINARES DE ENSAYOS DEMOSTRATIVOS SIMPLES EN EL CULTIVO DEL MAIZ REALIZADOS EN CHIRIQUI, PANAMA\*

El propósito de este estudio fue el de determinar a través de ensayos demostrativos simples, los factores limitantes de la producción en el cultivo del maíz. A través del presente trabajo se ha demostrado que factores como la fertilización a base de nitrógeno y fósforo, así como un buen control de malezas, y una óptima densidad de plantas por hectárea, influyen considerablemente en los rendimientos de las áreas de Caisán y San Andrés. Se obtuvieron rendimientos desde 3.6 Tm de grano seco/Ha con la tecnología del agricultor, hasta 4.9 Tm/Ha con la tecnología completa de producción. Por otra parte, se comprobó que la variedad local presenta un buen potencial de producción, con la desventaja que su altura promedio de 4 m la hace susceptible al acame.

En Panamá, la producción promedio del cultivo de maíz en el período 1974-75 fue de 65,200 Tm, con un déficit de 10,900 Tm. Del total del abastecimiento, 48,600 Tm se dedicaron al consumo humano y manufactura; 18,600 Tm a forrajes; 900 Tm para semilla y 8,600 Tm de pérdidas (Dirección de Estadística y Censo, 1976).

En Panamá se han efectuado pocos trabajos sobre verificación de la producción de maíz. En Centroamérica, se han publicado trabajos similares (CIMMYT, 1977a), en los que se reporta que la variedad mejorada utilizada, supera a la local para las diferentes tecnologías empleadas. A la vez se indica que con la variedad mejorada debe utilizarse la tecnología adecuada, para que ésta exprese todo su potencial genético. Así, la variedad mejorada rinde el 80% de su potencial cuando se emplea la tecnología intermediaria y sólo un 63% con las prácticas del agricultor; además, con la variedad local no es conveniente usar mayor tecnología, ya que se reducen los beneficios netos.

Resultados obtenidos por el CIMMYT en México (1977b), indican que el comportamiento de las variedades varía con el ciclo de siembra y que, una población de 50,000 plantas/Ha es óptima para la variedad mejorada, y 25,000 a 30,000 plantas/Ha, para la variedad local. La aplicación de 50 Kg de N/Ha, produjo los mayores retornos marginales en el primer ciclo de siembra; con 100 Kg de N/Ha, los mayores retornos se obtienen en el segundo ciclo.

De esta situación, se desprende la utilidad que tiene para el país que se implementen programas de investigación, tendientes a obtener información básica sobre los factores que limitan la producción y desarrollar alternativas tecnológicas que incrementen los ingresos de los productores.

Con este propósito en la Provincia de Chiriquí, República de Panamá, se realizaron doce ensayos demostrativos simples, tendientes a obtener dicha información básica.

---

\* Trabajo presentado en la XXII Reunión Anual del PCCMCA, San Salvador, C. A., 1978.

## MATERIALES Y METODOS

En el año 1977, se realizaron en la provincia de Chiriquí, doce ensayos demostrativos simples, ocho en la primera siembra del año, en el área de Caisán y San Andrés; cuatro, en la segunda siembra en el área del Barú. Este trabajo presenta los resultados del área de Caisán y San Andrés que poseen una precipitación promedio de 4.100 mm anuales, temperatura promedio máxima de 30,2°C y mínima de 19,8°C y altura de 800 msnm. Los suelos son profundos, francos y permeables, con un contenido alto de materia orgánica y de potasio; el fósforo está medianamente disponible, hay una relación Ca/Mg adecuada y el contenido de aluminio es bajo.

Se utilizaron seis parcelas de 20 m de largo, cada una con un tratamiento y sin repeticiones. En cada parcela se sembraron 10 surcos, separados a 80 cm, con una distancia entre plantas de 50 cm. Los tratamientos usados se refieren a las tecnologías completa, intermedia y del agricultor con una variedad mejorada (Tocumen planta baja) y una variedad local (Cuadro 1). Los tratamientos se colocaron en parcelas de ocho agricultores colaboradores distribuidos en Caisán y San Andrés.

Cuadro 1. TECNOLOGIAS (TRATAMIENTOS) UTILIZADOS EN LOS ENSAYOS DEL CULTIVO DEL MAIZ, CON UNA VARIEDAD MEJORADA **a** Y UNA VARIEDAD LOCAL **b**

	FERTILIZACION			
	Densidad Plantas/ Ha	Kg N/Ha <b>c</b>	Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / Ha	Kg K <sub>2</sub> O /Ha
Tecnología intermedia	53,000	20 - 25	13-20-40	9
Práctica del agricultor	41,000	0-9- 13	0-27-40	0 - 9 - 14
Tecnología completa	53,000	20-30-44	27-40-68	9 - 13 - 23

- a** Control de malezas; Gesaprin (50,1 Kg/Ha) y control de insectos, Diazinón, 0,05%.
- b** Control de malezas e insectos, según el agricultor.
- c** Aplicaciones fraccionadas para las tecnologías intermedia y completa; aplicación total al momento de la siembra en las prácticas por el agricultor.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La variedad local y la mejorada se comportaron en forma similar en las dos localidades y con las tres tecnologías empleadas. El rendimiento promedio de la variedad local (4,317 Kg/Ha), superó ligeramente al de la variedad mejorada (4,153 Kg/Ha), debido probablemente a que la variedad local presenta una mejor adaptación al área; sin embargo, su altura promedio de 4,20 m la hace susceptible al acame, en contraste con la variedad mejorada (3,25 m).

La tecnología completa (4,793 Kg/Ha) aumentó los rendimientos en relación a la tecnología del agricultor (3,612 Kg/Ha) en un 33% y la tecnología intermedia (4,310 Kg/Ha), en un 19%.

En Panamá, (Estadística y Censo, 1977), los rendimientos promedios son de 720 Kg/Ha; sin embargo, los rendimientos promedios obtenidos en este estudio con la tecnología utilizada por el agricultor (3,612 Kg/Ha) resultaron altos, lo que señala la potencialidad del área.

Para estimar el beneficio neto promedio de los tratamientos, se utilizó el análisis del presupuesto parcial, mediante el cual se toman en cuenta los costos y beneficios que varían entre los tratamientos del ensayo (Perrin, 1977).

Los resultados de este análisis indican que no es conveniente para el agricultor emplear su tecnología, pues el beneficio neto se reduce. Por otro lado, los beneficios netos extra que se obtienen en la tecnología intermedia y completa, no provienen del empleo de una variedad mejorada, ya que sus rendimientos promedios (4,153 Kg/Ha) fueron menores que la variedad local (4,317 Kg/Ha) sino que son inducidos al incorporar otros factores de producción como la fertilización, control de malezas y densidad de plantas adecuadas.

Esto se deduce de los resultados en que los rendimientos de las diferentes tecnologías implementadas en dos parcelas del estudio disminuyeron, debido a que los niveles de fertilizantes aplicados en éstas (20 Kg de N/Ha y 20 Kg de  $P_{205}$ /Ha., en aplicaciones fraccionadas) fueron diferentes de las otras parcelas donde los niveles variaron entre 20 y 40 Kg de  $P_{205}$ /Ha aplicados al momento de la siembra, obteniéndose rendimientos superiores.

Caso similar se presenta en los resultados obtenidos con la tecnología completa, en otra parcela en la que se aplicaron 20 y 40 Kg de N y  $P_{205}$ /Ha, respectivamente; pero en este caso, el rendimiento bajo puede atribuirse al efecto de aplicar todo el nitrógeno 30 días después de la germinación.

De estos resultados se infiere que los niveles de fósforo y nitrógeno así como la época de aplicación del nitrógeno juegan papel importante en los rendimientos del maíz.

El análisis económico de los resultados indica que los mayores beneficios netos se obtienen con la tecnología completa. Sin embargo, el mayor retorno marginal se obtuvo con la tecnología intermedia (146%) en comparación con la tecnología completa (108%) en donde los riesgos de inversión son mayores (Figura 1).

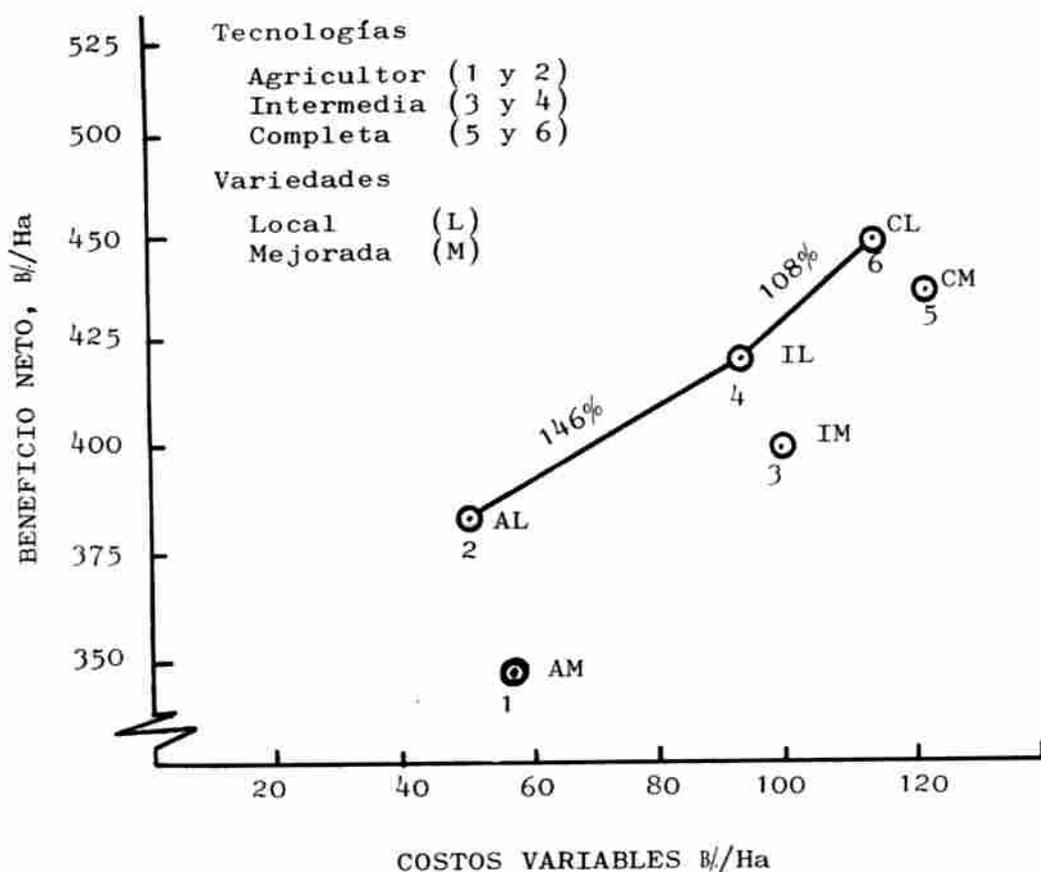


Figura 2. Curva de beneficio neto obtenida de ensayos demostrativos simples. Caisán y San Andrés, Provincia de Chiriquí, 1977.

Estos resultados preliminares muestran el alto potencial productivo de las áreas de Caisán y San Andrés y algunos de los factores de producción que más influyen en los rendimientos del cultivo del maíz. Los programas desarrollados a corto plazo en áreas específicas, permitirán generar tecnologías apropiadas, de acuerdo a cada sistema de producción logrando una mayor productividad.

## BIBLIOGRAFIA

- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO.  
Avances de resultados y observaciones del programa de producción de maíz de Centroamérica y el Caribe. México, 1977a.
- ; Report of off station experiments; Summary of selected experiments 1973 - 1977. México, 1977 b.
- PANAMA. DIRECCION DE ESTADISTICA Y CENSO. Situación económica. Hoja de balance de alimentos (1974-1975). Panamá, 1976
- ; Panamá en Cifras (1972-1976). Panamá, 1977.
- PERRIN, R. K. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, CIMMYT, 1977.

Por: *J. R. Araúz y J. C. Ruíz*  
Investigador y Asistente del Programa  
de Maíz y Sorgo del Instituto de  
Investigación Agropecuaria de Panamá  
(IDIAP).

**EVALUACION PRELIMINAR DE LA RESISTENCIA O TOLERANCIA A *Pseudomonas solanacearum* y CINCO POBLACIONES DE NEMATODOS DEL GENERO *Meloidogyne* EN LINEAS DE TOMATE INDUSTRIAL.**

Alrededor de 30 líneas de tomate industrial con resistencia o tolerancia a *Pseudomonas solanacearum* fueron sometidas a inoculaciones de una mezcla de cinco poblaciones de *Meloidogyne* sp. Entre las líneas más promisorias encontradas se destacan las siguientes: F<sub>9</sub>HA13-2-2-9-3-1-47, F<sub>9</sub>HA13-2-2-1-1-1-23, F<sub>9</sub>HA13-2-1-7-3-1-1, y la F<sub>9</sub>HA13-2-1-11-2-1, las que demostraron resistencia o tolerancia a ambos patógenos.

El tomate industrial es un cultivo de gran importancia económica en Panamá. En 1975 se utilizaron 27,681 Tm para la producción de sus derivados (Estadística y Censo, 1977). Es atacado por enfermedades y plagas que causan reducciones significativas en sus rendimientos tales como la marchitez bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum*, y los nemátodos del género *Meloidogyne* que causan nudosidades en el sistema radicular lo que disminuye su capacidad para absorber agua y nutrientes. Además, investigaciones realizadas por Sasser (1977) indican que las heridas ocasionadas por este nemátodo pueden servir de vías de entrada para otros organismos patógenos, estableciéndose así la importancia de adoptar medidas de control efectivas contra estos organismos. Entre éstas las más importantes son el uso de nematicidas y de variedades resistentes. Este último método presenta las ventajas de que resulta más económico, seguro, no deja residuos tóxicos en el ambiente y no causa toxicidad en las plantas.

El *Meloidogyne* sp. es considerado como el nemátodo de mayor importancia en las hortalizas (Román, 1978). Se reportan trece especies de este género recopiladas por Jensen (1972), mientras que Sasser y Taylor (1978) reportan treinta y seis. Este nemátodo causa agallas o nudosidades en las raíces del tomate; según Christie (1936), la segunda larva penetra la raíz por los ápices y migra hasta colocar su parte anterior próxima a los haces vasculares. Aquí el nemátodo se alimenta de las células parenquimáticas, ocasionando hiperplasia e hipertrofia.

Este nemátodo causa daño en el cultivo del tomate; en Carolina del Norte causó pérdidas del orden de 20 a 30% de la producción en zonas montañosas frescas y en zonas costaneras cálidas, la reducción de la producción alcanzó niveles de 25-50% (Barker y col., 1976).

El nemátodo de agalla adquiere mayor importancia económica cuando se asocia con otros microorganismos produciendo complejos etiológicos (Roman, 1978). Pitcher (1965) indicó que, en estos complejos, *Meloidogyne* sp. es el nemátodo que más incita enfermedades, y aparece acompañado más comúnmente por el hongo *Fusarium* spp. A este respecto, Young (1939) y Jenkins y Coursen (1957), encontraron que variedades de tomate resistentes a la marchitez de *Fusarium* sucumbían a la enfermedad cuando estaban infectadas por este nemátodo. La marchitez bacteriana del tomate,

causada por *P. solanacearum*, también aumenta su incidencia y severidad en presencia del nemátodo de agalla o nemátodo nodulador (Libman y col., 1964).

En una evaluación de la reacción de once líneas de tomate al ataque de una población de *M. incógnita* realizada en Panamá (Tarté, 1975), la línea F<sub>4</sub>Hawaii 13-2-2, desarrollada por el IDIAP, fue la única que mostró resistencia al ataque de este nemátodo. La octava generación de esta línea se utilizó en el presente estudio.

Considerando el problema que causan estos dos organismos, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá y el International Meloidogyne Project (I.M.P.) desarrollan en la actualidad un programa de investigación con el propósito de seleccionar material genético con tolerancia o resistencia a estos dos patógenos.

## MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron 30 líneas segregantes de tomate industrial con tolerancia a *P. solanacearum* en la octava generación desarrolladas por el Dr. Rolando Lasso del IDIAP mediante cruzamientos entre las líneas 173-S (*Lycopersicon pimpinelifolium* CRA 66 x Roma) x Hawaii 7372-1. En el Cuadro 1 se presentan las líneas utilizadas, las cuales fueron sembradas en semilleros de 4 x 1.5 x 0.3 m, con capacidad para 28 líneas (2800 plantas en total).

El suelo estaba constituido por una mezcla 1:1 de tierra y arena esterilizado previamente con bromuro de metilo. A las dos semanas se inocularon las plantas con cinco poblaciones de *Meloidogyne* sp. procedentes de cinco localidades del país productoras de tomate.

Las localidades de las cuales se extrajo el inóculo original (mantenido en invernadero en tomate "Manalucie", altamente susceptible) eran la Zona del Canal y Tocumen (Provincia de Panamá), Santa María (provincia de Herrera), la Espigadilla (Provincia de Los Santos) y Río Hato (provincia de Coclé). El inóculo consistía de aproximadamente 500 huevos y larvas de *Meloidogyne* sp. por planta. Los huevos y larvas se extrajeron de las raíces mediante los procesos indicados por el IMP. Se mezclaron las cinco poblaciones y la suspensión de huevos y larvas obtenida se usó como inóculo.

Una vez inoculadas las plantas se dejaron en la tina durante cuatro semanas; se removieron e inmediatamente se procedió a asignar los índices de nodulación causados por *Meloidogyne* sp. en las raíces. Se utilizó la escala de "International Meloidogyne Project".

Como recomendación del fitogenetista, se transplantaron genotipos con índice de nodulación de 3 ó menos. Los demás fueron descartados como susceptibles. El trasplante se realizó en el Centro de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá (Tocumen), en donde se ha sembrado este cultivo por espacio de diez años consecutivos y se ha

detectado la presencia de la marchitez bacteriana. Se utilizaron parcelas de observación en las que se colocaron en uno o dos surcos adyacentes todos los genotipos seleccionados dentro de cada línea de tomate industrial.

Durante el desarrollo de las plantas se seleccionaron algunos individuos que mostraban hábitos determinados o semideterminados, vigorosos y con frutos de buenas características comerciales (maduración uniforme, pigmentación rojo intenso, frutos con diámetro mayor de 5 cm, con suficiente dureza para transporte, ausencia de rajaduras en la piel y Brix entre 5<sup>o</sup> y 6<sup>o</sup>).

De estas plantas se obtuvo suficiente semilla para continuar las inoculaciones y se descartaron aquellas con síntomas de marchitez bacteriana.

Se inoculó, por segunda vez, los genotipos sobresalientes de la primera serie y se descartaron aquellas plantas con índice de nodulación mayor de dos.

## RESULTADOS

Los resultados preliminares de esta investigación están resumidos en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Índices de nodulación causados por *Meloigodyne* sp. en 28 líneas de tomate industrial.

Lugar: Centro de Investigación de la Fac. de Agronomía,  
Tocumen.

Fecha: 13 de julio de 1977.

LINEA DE TOMATE	INDICE DE NODULACION				INTERPRETACION
	0	1	2	3	
Fg HA- 13- 2- 1- 11- 2- 1	29 <sup>1</sup>	6	-	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 12- 4- 1	19	7	11	3	Seg.
Fg HA- 13- 2- 2- 24- 2- 2	2	3	3	22	Seg.
Fg HA- 13- 2- 2- 1- 1- 2	61	4	-	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 7- 1- 2	14	7	6	11	Seg.
Fg HA- 13- 2- 2- 15- 1- 2	13	4	-	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 17- 2- 1	45	3	-	1	R
Fg HA- 13- 2- 2- 13- 5- 2	3	1	8	45	S
Fg HA- 13- 2- 2- 23- 11	64	7	1	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 16- 1- 1	67	1	1	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 9- 3- 1	66	-	-	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 4- 1- 1-	46	4	-	1	R
Fg HA- 13- 2- 2- 16- 1- 2	81	-	-	-	R
Fg HA- 13- 2- 1- 12- 1	39	3	1	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 7- 6- 3	34	6	1	-	R
Fg HA- 13- 2- 2- 9- 3- 3-	0	-	1	37	S
Fg HA- 13- 2- 2	26	9	2	13	S

Continuación Cuadro 1.

F <sub>g</sub> HA-13-2-2-1-1-1	67	-	-	-	R
F <sub>g</sub> HA-13-2-1-13-1-1	27	5	7	9	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-25-1-1	39	1	-	5	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-7-5-2	33	4	3	23	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-1-7-3-1	39	9	9	5	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-6-4	21	3	3	17	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-15-2-1	45	5	2	5	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-7-6-1	30	2	-	-	R
F <sub>g</sub> HA-13-2-1-7-3-3	48	-	6	6	S
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-20-2-1	44	-	-	-	R
F <sub>g</sub> HA-13-2-2-4-1-1	59	1	-	-	R

[1] Número de individuos.

[2] R= Resistente; Seg= Segregante; S = Susceptible

Cuadro 2. Índices de nodulación causados por *Meloidogine* sp. en 26 líneas de tomate industrial inoculadas por segunda vez.

Lugar: Finca 32, Chichebre, Bayano

Fecha: 11 de Febrero de 1978

LINEA DE TOMATE	INDICE DE NODULACION			INTERPRETACION [2]
	0	1	2	
F <sub>g</sub> HA13-2-2-16-1-2-24	60 [1]	1	4	Seg.
F <sub>g</sub> HA13-2-2-25-1-1-3	57	1	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-1-13-1-1-46	61	1	9	Seg.
F <sub>g</sub> HA13-2-1-7-3-3-46	66	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-1-1-1-1-Masal	76	2	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-16-1-2-5	55	3	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-17-2-1-46	6	1	5	Seg
F <sub>g</sub> HA13-2-2-4-1-1	68	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-17-2-1-47	72	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-1-14-1-Masal	72	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-9-3-1-47	83	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-1-13-1-1-35	-	1	4	Seg
F <sub>g</sub> HA13-2-1-7-3-1-25	61	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-16-1-1-21	78	-	1	Seg
F <sub>g</sub> HA13-2-2-15-1-2-8	56	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-1-7-3-1-1	95	-	-	R
F <sub>g</sub> HA13-2-2-15-1-2-4	55	-	-	R

Continuación Cuadro 2.

F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 1- 1- 1- 23	84	-	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 4- 1- 1- 19	69	-	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 4- 1- 1- 22	73	1	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 33	61	-	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 1- 13- 1- 1- 9	64	-	2	Seg
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 7- 6- 3- 11	52	-	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 13- 5- 2- 15	7	-	6	Seg
F <sub>9</sub> HA13- 2- 1- 11- 2- 1	56	-	-	R
F <sub>9</sub> HA13- 2- 2- 20- 2- 1	69	-	-	R

① Número de individuos

② R= Resistente; Seg. = Segregante

De estos resultados se concluye que el material seleccionado es muy prometededor en cuanto a su tolerancia o resistencia a *M. incógnita* y *P. solanacearum*. Entre las líneas más sobresalientes están F<sub>9</sub>HA 13-2-1-7-3-1-1, F<sub>9</sub>HA 13-2-1-11-2-1, F<sub>9</sub>HA 13-2-2-1-1-1-23 y F<sub>9</sub>HA 13-2-2-9-3-1-47. Además este material presenta bastante homogeneidad en cuanto a las características fenotípicas de las plantas y frutas así como en su respuesta a la presencia de los nemátodos.

Las poblaciones de *M. incógnita* en las parcelas de observación han bajado a niveles casi imperceptibles debido, posiblemente, a la presencia de las líneas resistentes.

### RECOMENDACIONES

Para las próximas observaciones se recomienda lo siguiente:

1. Calcular el índice de marchitez en las parcelas de observación.
2. Anotar el número de plantas susceptibles al nemátodo (A nivel de semillero).
3. Descartar en las próximas inoculaciones todas las plantas con índice de nodulación por *M. incógnita* mayor de cero (0).
4. Continuar las inoculaciones de *Meloidogyne* sp. en las líneas segregantes e iniciar las inoculaciones de diferentes ecotipos de *P. solanacearum* en los semilleros.
5. Efectuar nuevos cruzamientos con material genético sobresaliente de este trabajo y nuevas fuentes de tolerancia a *P. solanacearum* provenientes de otros países.

### SUMMARY

About 30 processing tomato lines with resistance or tolerance to bacterial wilt *P. solanacearum* were exposed to inoculations of a mixture of five *Meloidogyne* sp. populations to select those resistant or tolerant to both

patogens. The results indicate that there are some promising lines, the most outstanding of them are the following: F<sub>9</sub> HA13- 2- 2- 9- 3- 1- 47, F<sub>9</sub> HA13- 2- 2- 1- 1- 1- 23, F<sub>9</sub> HA13- 2- 1- 7- 3- 1- 1, and F<sub>9</sub> HA13- 2- 1- 11- 2- 1, among others.

### BIBLIOGRAFIA

- BARKER, K.R.; P.B. SHOEMAKER y C.A. NELSON. Relationships of initial population densities of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* to yield of tomato. J. Nematology 8: 232-239. 1976.
- CHRISTIE, J. R. The development of root-knot nematode galls. Phytopathology 26 (1): 1-22. 1936.
- JENKINS, W. R. y B. W. COURSEN. The effect of root-knot nematodes, *Meloidogyne incognita acrita* and *M. hapla*, on fusarium wilt of tomato. Pl. Dis. Repr. 46:858-860. 1957.
- JENSEN, H. H. Nematode pests of vegetable and related crops. In Economic Nematology. Webster, J.M. (ed) Academic Press New York, 1972. pp. 377-408.
- LIBMAN, G. J. LEACH y R. E. ADAMS. Role of certain plant-parasitic nematodes in infection of tomatoes by *Pseudomonas solanacearum*. Phytopathology 54: 151-153. 1964.
- PANAMA. Dirección de Estadística y Censo (Años 1971 a 1975). Contraloría General de la República, 1976. 217 p.
- PITCHER, R.S. Interrelationship of nematodes and other pathogens of plants. Helminth. Abstract 34:1-17. 1965.
- ROMAN, J. Fitonematología Tropical. Univ. P. Rico, Recinto Piedras, Puerto Rico, 1978. 256 p.
- SASSER, J.N. Worldwide dissemination and importance of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.). J. Nematology 9:26-29. 1977.
- SASSER, J.N. y A.L. TAYLOR. Biology, identification and control of root nematodes (*Meloidogyne* species). Department of Plant Pathology, North Carolina State Univ. and the United States Agency for International Development, 1978. 111 p.
- TARTE, R. El nemátodo nodulador, *Meloidogyne* sp.: determinación de especies existentes en Panamá, daños ocasionados al cultivo de arroz y búsqueda de resistencia en tomate industrial. (Proyecto Internacional *Meloidogyne*). Investigaciones Agropecuarias. Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá. pp. 420-446. 1976.

Por: E. Candanedo Lay  
M. Sc., Nematólogo, Instituto  
de Investigación Agropecuaria  
de Panamá (IDIAP).

J. Osorio  
Ing. Agr., Nematólogo, Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá. R. Lasso

R. Lasso  
Ph. D., Fitogenetista, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

PERSONAL TECNICO

CIENCIAS PECUARIAS

(Continuación)

Mario Flores, M.V., Investigador Pecuario  
 Erick Nielsen, Agr., Asistente  
 Manuel H. Ruiloba, Lic. Qm. M.Sc., Nutricionista  
 Carlos N. Pitty, Agr., Asistente  
 Elizabeth de Ruiloba, Lic. Qm., M.Sc., Nutricionista  
 Aristides Guerra, hijo, Asistente  
 Jorge Gómez Goff, M.V., Investigador Pecuario  
 Ramón Santamaría, Asistente  
 Harmodio Zambrano, Ing. Agr., Investigador Pecuario  
 Manuel Flores, Agr., Asistente

PROYECTOS ESPECIALES

IDIAP - CHD

Manuel H. Ruiloba, M.Sc., Jefe del Proyecto  
 Alejandro Delgado, Adm. Público (Economista Agrícola)  
 Javier González, Agr., Asistente Técnico (Agrostólogo)  
 Alexis Iglesias, Ing. Agr., (P) Asistente Técnico (Zootecnista)  
 Claudio Samudio, Agr., Asistente  
 Edgar Peña, Agr., Asistente  
 Manuel Pinilla, Agr., Asistente  
 Raul González, Agr., Asistente  
 Juan De León, Agr., Asistente

BIOMETRIA

Irma Arjona, Ing. Agr., M.Sc., Biometría  
 Florentino Vega, Lic. Mat., M.Sc., Estadística  
 Edilberto De León, Lic. Mat., Analista  
 Lourdes Gallardo, Analista

LABORATORIO DE BROMATOLOGIA

Celinda de Della Sera, Ing. Qm., Jefe de Laboratorio  
 Rafael Guerra, B. Ciencias, Asistente  
 Librada Cedeño, Lic. Ped., Asistente  
 Cecilia de Del Cid, Lic. Ped., Asistente  
 Anel Delgado, B. Ciencias, Asistente

LABORATORIO DE SUELOS

Benjamin Name, M.Sc., Jefe de Laboratorio  
 Alfonso Singh, Químico  
 Giro Jaén, B. Ciencias, Asistente  
 Vasco Núñez, Agr., Asistente  
 Daniel Batista, B. Ciencias, Asistente

COMUNICACIONES

Vielka Chang Yau, Lic. Biol., M. Sc.,  
 Felicia de López, Bach. Letras, Bibliotecaria  
 Elizabeth Castillo, Bibliotecaria

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Miguel A. Acosta, Ing. Agr. (P)  
 Gloria Olave  
 Emiliano Velarde  
 Rigoberto Castillo

## CIENCIA AGROPECUARIA

Publicación del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP)

NUMERO 1

OCTUBRE, 1978

### CIENCIAS PECUARIAS

- Efectos de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del kudzú tropical [*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth].— C. M. Ortega y C. E. Samudio. . . . . 9
- Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del Estilo (*Stylosanthes guyanensis* Aubl. Swartz).— C. M. Ortega y C. E. Samudio. . . . . 19
- Evaluación del pasto Elefante - Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300 - 086) bajo diferentes intervalos de corte y dosis de fertilización nitrogenada.— B. R. Pinzón y J. González. . . . . 29
- Producción de materia seca y composición química de los pastos *Panicum maximum*, *Setaria nandi* y *Setaria kazingula*, bajo diferentes dosis de nitrógeno.— B. R. Pinzón y J. González. . . . . 37
- Alimentos potenciales para el ganado en Panamá. I. Subproductos y desechos de origen animal.— Elizabeth de Ruiloba y M. E. Ruíz. . . . . 45
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos I. Niveles de proteína suplementaria y maleza. M. H. Ruiloba y M. E. Ruíz. . . . . 59
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. II. Niveles de proteína y sustitución de proteína verdadera por urea.— M. H. Ruiloba, M. E. Ruíz y C. Pitty. . . . . 77
- Producción de carne durante la época seca a base de subproductos. III. Integración de componentes y validación de sistemas de alimentación de engorde.— M. H. Ruiloba, M. E. Ruíz y C. Pitty. . . . . 87

### NOTAS DE INVESTIGACION

- Evaluación de Resultados preliminares de ensayos demostrativos simples en el cultivo del maíz realizados en Chiriquí, Panamá.— J. R. Araúz y J. C. Ruíz. . . . . 94
- Evaluación preliminar de la resistencia o tolerancia a *Pseudomonas solanacearum* y cinco poblaciones de nematodos del género *Meloidogyne* en líneas de tomate industrial.— E. Candanedo Lay, R. Lasso y J. Osorio. . . . . 99