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 constituídas 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_2O_5 y 50 Kg de K_2O/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 (Bremmer, 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.

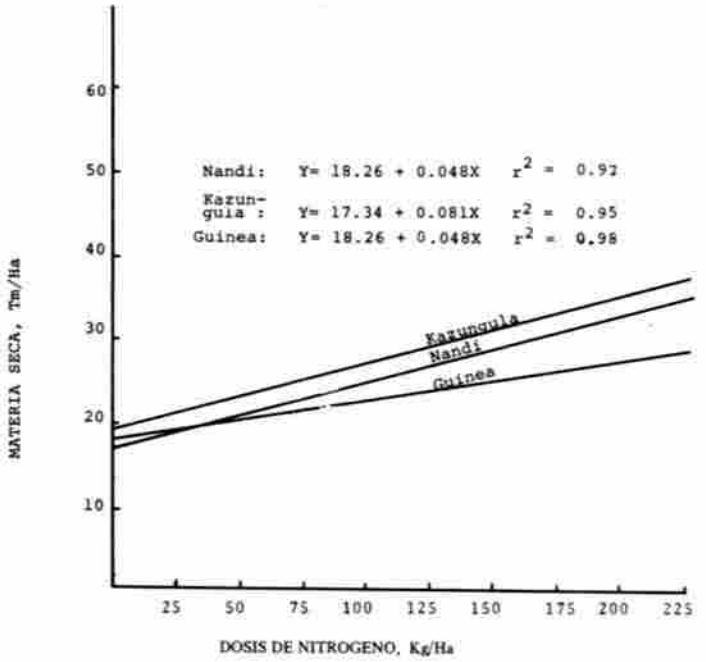

Figura 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de materia seca de tres pastos tropicales

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; Ruíz e Isidor, 1973 c; Ruíz 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 rumiantes 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 constituída 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)

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).

	Nº 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 *in vitro*	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 ± 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 (Gomez-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; Ruíz e Isidor, 1973 c; Ruíz 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	$(\bar{X})$	± DE
N x 6.25	15	83.18	6.08
Extracto etéreo	15	1.1	0.4
Cenizas	14	3.1	0.9
Digestibilidad *in vitro*	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	$\bar{(X)}$	± 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 *in vitro*	14	72.9	24.8
Calcio	7	0.46	0.13
Fósforo	7	0.67	0.11
Humedad natural	18	84.3	5.1

[a] 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 [a]
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	$\bar{(X)}$	± DE
N x 6.25	5	65.41	9.23
Extracto etéreo	6	3.7	3.2
Cenizas	5	25.4	1.9
Digestibilidad *in vitro*	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 ± 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 *in vitro*	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 verano. 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 metal (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 ABSORTION 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 idisposition. 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 sustitute 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 7o. Día de Campo Ganadero. Turrialba, Costa Rica. IICA-CTEI, 1973c. 20 p.

_____ ; MUÑOZ, H.; VILLEGAS, L. A.; TORRALBA, J. y OCHOA, C. Cría 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 enlas pilas de residuos aviares. Industria Avícola 22(4):10-12. 1975.

SWENSON, M. J. Dukes' Phisiology 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.

CIENCIA AGROPECUARIA Nº 1/1978

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

*M. H. Ruiloba** y M. E. Ruíz****

Como primera fase de desarrollo de subsistemas de alimentación de bovinos a base de paja de arroz y otros subproductos disp

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 conque 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 Mc Donald, 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 ésto 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 [a]	PROTEINA SUPLEMENTARIA [b]					$\bar{Y}$
	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.

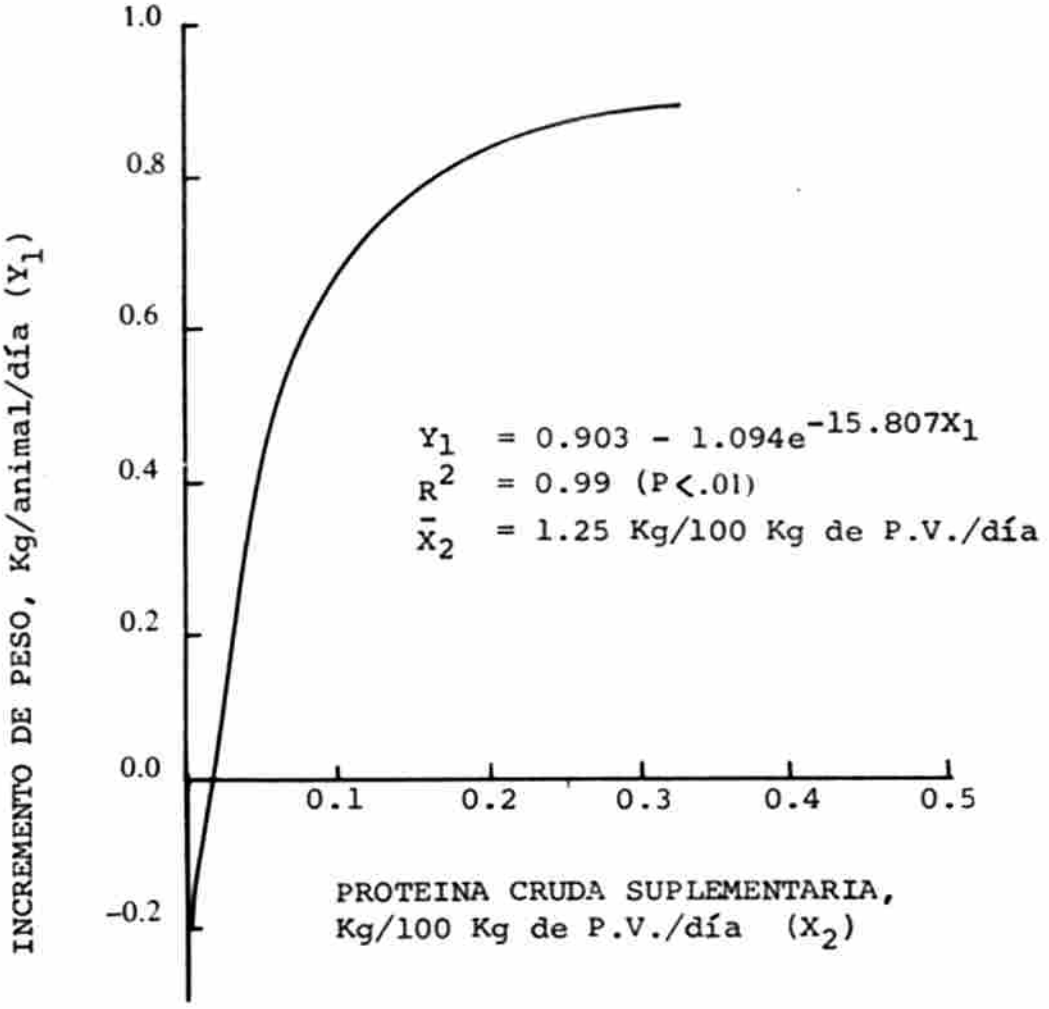

Figura 1. Efecto individual de la proteína cruda suplementaria sobre el incremento de peso

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.

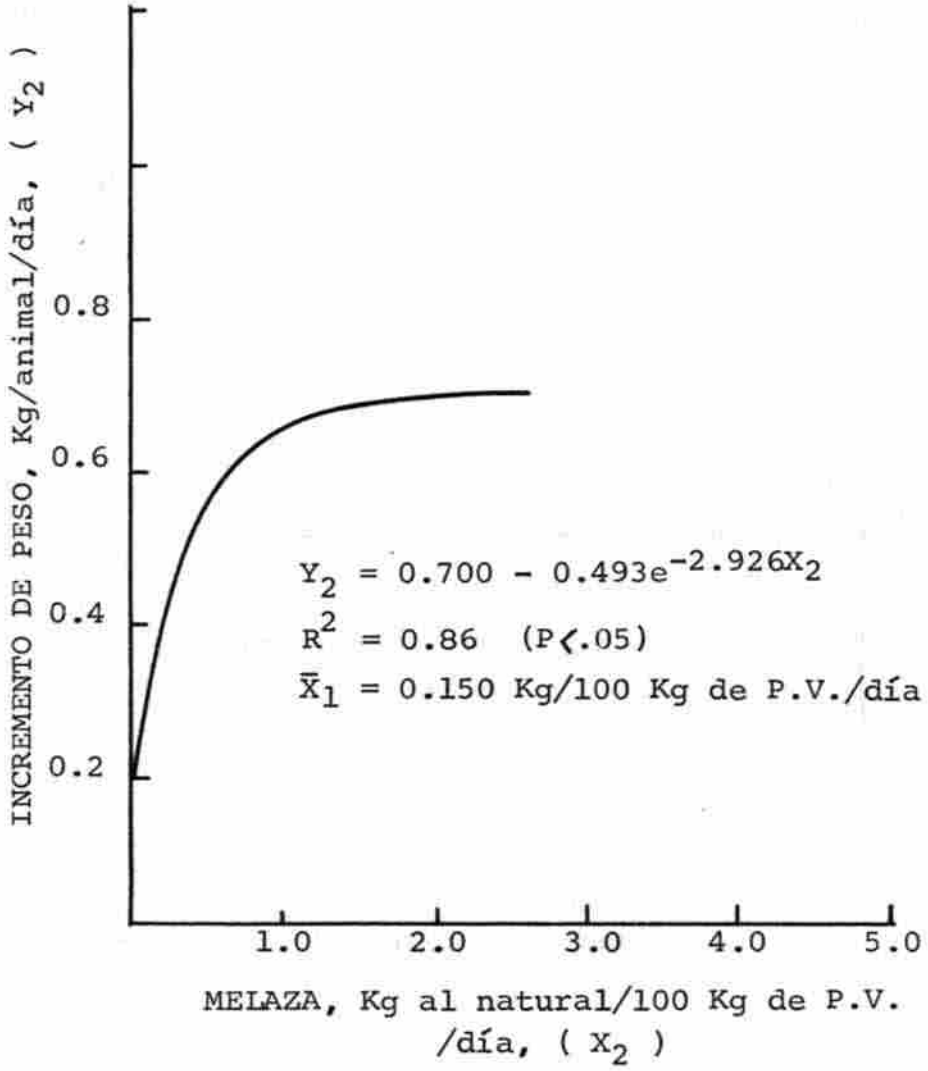

Figura 2. Efecto de la melaza sobre el incremento de peso

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 ($P < .01$),

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

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.

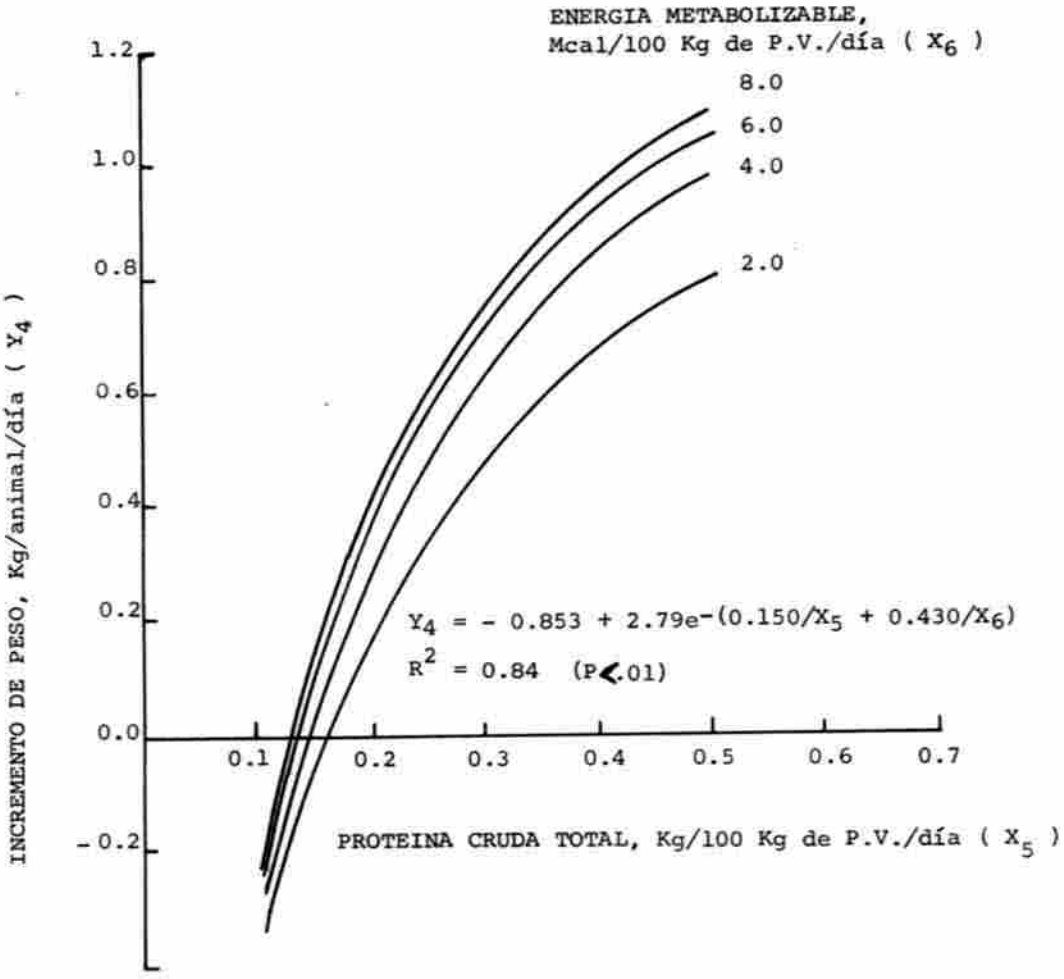

Figura 3. Relación entre el incremento de peso y los niveles de proteína cruda total y energía metabolizable

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 [a]	PROTEINA SUPLEMENTARIA [b]					$\bar{Y}$
	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

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

[b] 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, $P < .05$),

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

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).

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

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.

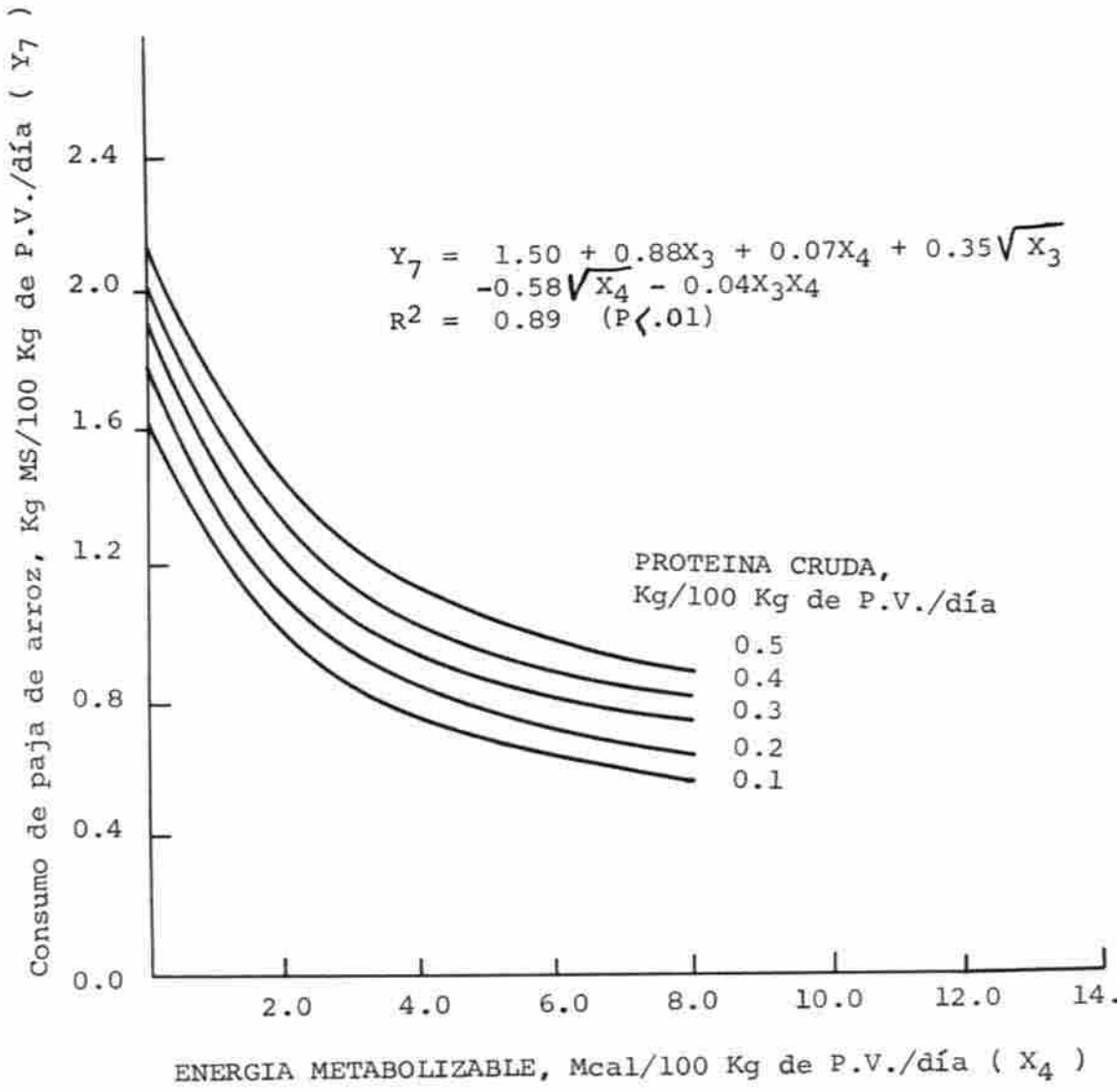

Figura 4. Efecto de la suplementación de proteína cruda y energía metabolizable sobre el consumo de paja

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 enla 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.

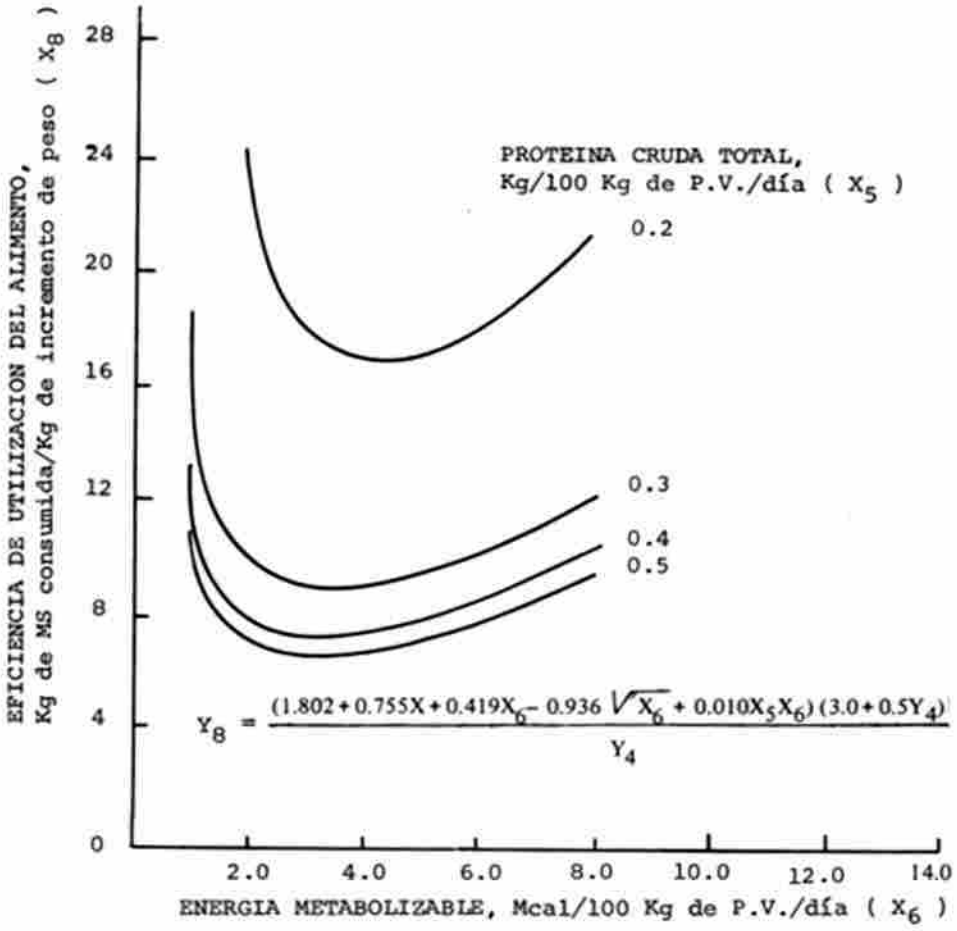

Figura 5. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización del alimento

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 conque 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.

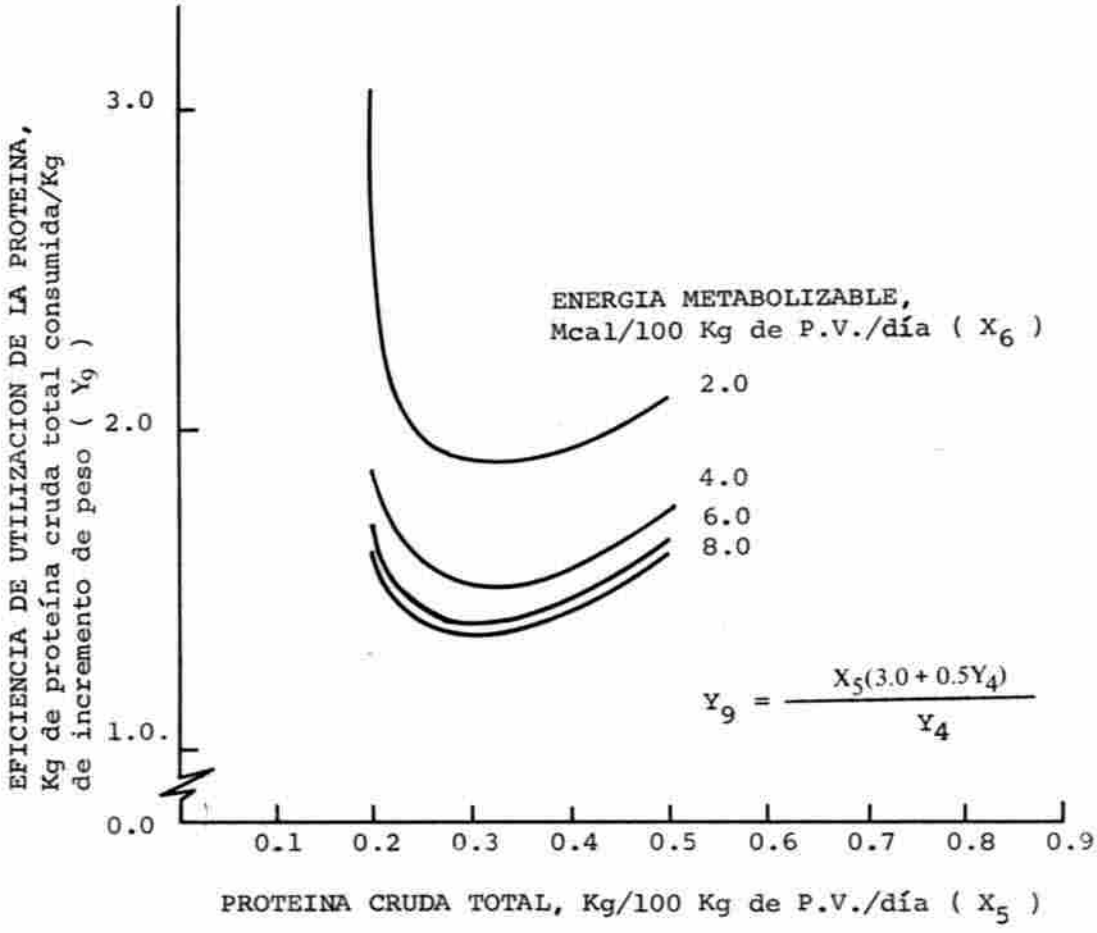

Figura 6. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización de la proteína cruda total

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**).

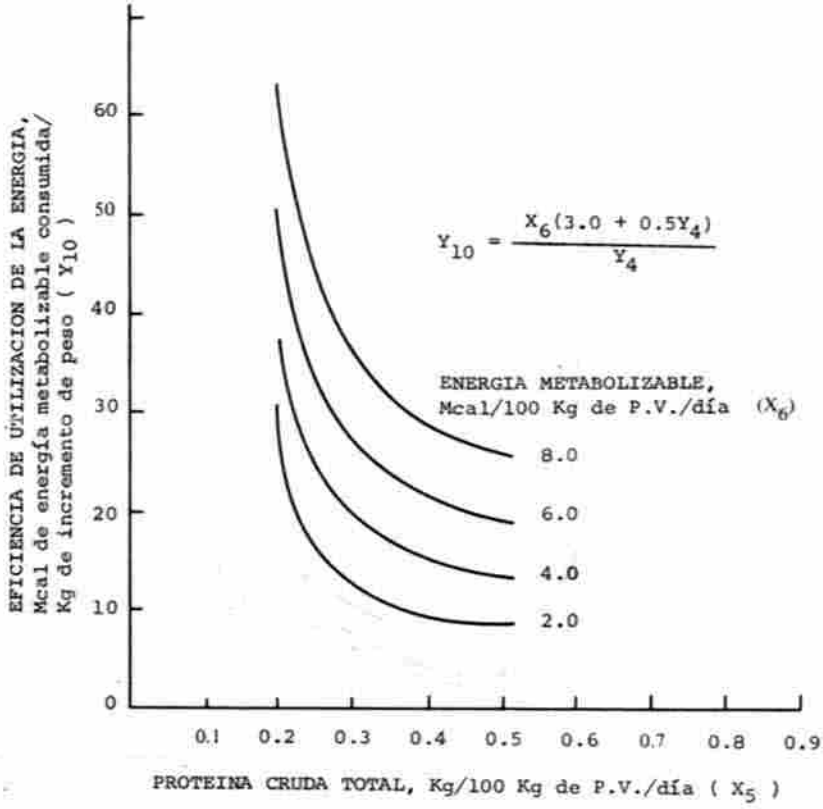

Figura 7. Efecto de la proteína cruda total y energía metabolizable sobre la eficiencia de utilización de la energía metabolizable

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 de 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 [a]	ENERGIA METABOLIZABLE [b]	INCREMENTO DE PESO [c]	EUE [d]
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

[a] X_2, Kg al natural/100 Kg de P.V./día.
[b] Mcal/100 Kg de P.V./día.
[c] Obtenida con la función $Y_{11} = 0.700 - 0.493e^{-2.926X_2}$, ($R^2$=0.86, $P < .05$), donde Y_{11} es el incremento de peso en Kg/animal/día.
[d] 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_1 y X_2.

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

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_1, el precio de venta del animal en pie (balboas/Kg de P.V.); K_2, K_3, K_4 y K_5, el precio (balboas/Kg al natural) de la paja de arroz, melaza, urea y harina de pescado, respectivamente; K_O, los costos fijos (balboas/animal/día).

Al optimizar la ecuación [4], se obtuvieron las ecuaciones [5] y [6] que definen el nivel de X_1 y X_2 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.

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

* 1 balboa =1 dólar U.S.A.