

**SUSTITUCION DE HARINA DE PESCADO Y UREA POR KUDZU
(Pueraria phaseoloides) EN LA PRODUCCION DE LECHE.¹**

Manuel H. Ruiloba²

RESUMEN

Con un diseño balanceado de doble reversión se estudiaron tres tratamientos: Testigo (T_0), a base de melurea (melaza/urea), harina de pescado, urea y heno de *Digitaria swazilandensis* cosechada a una edad avanzada; sustitución de la proteína aportada por la harina de pescado en T_0 , por su equivalente en kudzú (T_1) y sustitución parcial de la proteína aportada por la urea en la ración T_1 por su equivalente en kudzú (T_2). Las raciones ofrecidas fueron isonitrogenadas e isoenergéticas. El kudzú se obtuvo de un banco de proteína, el cual se henificó después de 90 días de descanso. Se utilizaron vacas Holstein-Cebú con un período de lactancia de 60 a 90 días, las cuales fueron alimentadas en confinamiento y ordeñadas dos veces al día sin el ternero. Los niveles de sustitución de proteína cruda total por proteína cruda de kudzú fueron 20.6% con T_1 y 51.2% con T_2 . En todos los tratamientos el consumo de proteína cruda y energía metabolizable fue superior a los correspondientes requerimientos de producción. La producción de leche disminuyó ($P < 0.10$) al sustituir la harina de pescado por kudzú; los promedios ajustados por efecto de tratamientos fueron 8.1, 7.8 y 7.7 lt/vaca/día para T_0 , T_1 y T_2 , respectivamente. En cambio, no hubo efecto ($P > 0.15$) del kudzú sobre la producción de leche corregida por grasa, composición de la leche y cambio de peso vivo a medida que la cantidad de kudzú aumentó en la ración, la digestibilidad aparente de la materia seca y proteína de la ración disminuyeron ($P < 0.10$). El costo de alimentación disminuyó, pero el ingreso neto parcial aumentó a medida que el consumo de kudzú aumentó.

**SUBSTITUTION OF FISH FLOUR AND UREA FOR KUDZU
(Pueraria phaseoloides) IN THE PRODUCTION OF MILK**

Using a double reversion balanced design, three treatments were studied to determine the substitute effect of crude protein of fish meal and urea by crude protein of kudzu in milk production diets: T_0 , control diet based on fish meal, urea, molasses and a low quality hay of *Digitaria swazilandensis*; T_1 substitution of the crude protein provided from the fish meal in T_0 by kudzu hay; and T_2 , partial substitution of equivalent crude protein of urea in T_1 by kudzu hay. All diets were isonitrogenated and isoenergetic. The kudzu was obtained from a bank of protein which was cultivated after 90 days of repose. Six Holstein-Cebu cows with a lactation period of 60 to 90 days were fed in confinement and milked twice a day without the calf. The levels of substitution of total crude protein of the control diet (T_0) were 20.6% in T_1 and 51.2% in T_2 . In all treatments the intake of crude protein and metabolizable energy were higher than the production requirements of cows. The production of milk decreased ($P < 0.10$) when fish meal was substituted by kudzu; the averages, adjusted for the effect of the treatments, were 8.1, 7.8 and 7.7 lt/cow/day for T_0 , T_1 and T_2 , respectively. There was not effect ($P > 0.15$) of kudzu hay on the corrected milk production (4% fat), milk composition and body weight change. As the level of kudzu hay increased in the diet, the apparent digestibility of the dry material and protein decreased ($P < 0.10$). Also, the feeding cost diminished but the partial net income increased as the level of kudzu hay increased in the diet.

¹ Trabajo presentado en la XII Reunión de ALPA, 22-27 de julio de 1990, Campiñas, Brasil.

² Ph.D., Nutrición Animal, Centro Nacional de Investigación Pecuaria, IDIAP, Gualaca, Panamá.

MATERIALES Y METODOS

La escasez de fuentes de proteína es una de las principales limitantes de la alimentación bovina durante el verano. En Panamá, el uso de fuentes suplementarias de proteína de origen agroindustrial no ha solucionado este problema, principalmente por aspectos de manejo y costo. Con el propósito de obtener proteína a base de forraje, se estudia el uso de bancos de proteína a base de leguminosas, sembradas como monocultivo.

El kudzú (*Pueraria phaseoloides*) es una leguminosa que se utiliza con este propósito. La misma se adapta y crece bien en suelos fértiles e infértiles bien drenados, en alturas entre 0 a 700 msnm y precipitaciones entre 1000 a 5000 mm, aunque es afectada por períodos secos prolongados (Ruiloba *et al.*, 1987). La producción anual de biomasa del kudzú varía entre 5 a 8 ton/ha (Ortega y Samudio, 1978; Pinzón *et al.*, 1980), con una digestibilidad "in vitro" aparente de la materia seca de 50.5% en época lluviosa y 40.5% en época seca (Ruiloba *et al.*, 1987). El contenido promedio de proteína cruda del kudzú es de 19.2 y 15.2%, base seca, en época lluviosa y seca, respectivamente (Ruiloba *et al.*, 1987); sobre la calidad de ésta proteína existe poca información disponible. Se ha informado (CIAT, 1982) que el nitrógeno de la hoja del kudzú cosechado a las cuatro semanas de rebrote tiene una solubilidad en agua de 14.7% y en pepsina de 64.0%.

Con el propósito de estudiar el efecto de la sustitución de la proteína cruda aportada por la harina de pescado y urea, por la proteína cruda del kudzú sobre la producción de leche y otros parámetros nutricionales, en raciones a base de melaza y una fuente de fibra, se realizó este trabajo.

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental de Gualaca durante la estación seca (enero-marzo) de 1986. Se estudiaron tres niveles de proteína cruda aportada por el kudzú: 0 (T_0), 20 (T_1) y 50% (T_2) de la proteína cruda total de la ración.

Se utilizó una parcela de kudzú manejada como banco de proteína. Esta se pastoreó diariamente por una hora durante la época lluviosa hasta finales de septiembre, mes a partir del cual se dejó en descanso hasta su cosecha. Al inicio de la época lluviosa se fertilizó con 50 kg P_2O_5 /ha y en diciembre se henificó a los 90 días de descanso. La ración testigo (T_0) estuvo compuesta por melurea (mezcla comercial a base de melaza y 2% de urea), harina de pescado, urea y heno de *Digitaria swazilandensis* (swazi) cosechada a una edad avanzada. En T_1 se reemplazó la proteína cruda aportada por la harina de pescado y en T_2 la proteína cruda sustituida en T_1 y parte de la aportada por la urea. Las raciones se formularon para que resultaran isonitrogenadas e isoenergéticas.

Se utilizó un diseño balanceado de doble reversión (Lucas, 1983) con seis secuencias de asignación de los tratamientos de las vacas. Inicialmente, se utilizaron dos vacas por tratamiento; sin embargo, por dificultades de manejo se redujo a una vaca. Se utilizaron vacas cruzadas Cebú x Holstein, con un período de lactancia entre 60 a 90 días, una producción promedio de 7.7 lt de leche total/vaca/día y un peso vivo corporal promedio de 421.3 kg/vaca.

Las vacas se confinaron en corrales individuales con sombra, donde recibieron la ración en dos partes iguales al día y en una

cantidad aproximada de 10% por encima de sus requerimientos energéticos y protéicos para mantenimiento y producción. Estos eran estimados en base a las recomendaciones de la NRC (1978); la cantidad de alimento para cada animal era definida al inicio del período experimental.

Inicialmente, todas las vacas se trataron contra endo y ectoparásitos y se les inyectó el complejo vitamínico AD₃E (2,500,000 UI de vitamina A, 375,000 UI de vitamina D y 250 UI de vitamina E); además, dispusieron de agua y una mezcla de sal mineralizada (6-7% de fósforo y 12-13% de calcio) a libre consumo y fueron ordeñadas mecánicamente dos veces al día sin ternero.

Cada período experimental estuvo compuesto de una fase de adaptación de 21 días y una fase de evaluación de 7 días. Durante la última fase se midió individualmente la producción de leche y el consumo de alimento. También, se tomaron muestras del alimento ofrecido y rechazado y de heces obtenidas directamente del animal. Los análisis químicos incluyeron proteína cruda (AOAC, 1970), pared celular (USDA, 1972) y fracción detergente neutra indigerible (FDNI), la cual se utilizó como marcador interno para estimar la digestibilidad de la ración (Jacobs, 1975). Durante dos días se tomaron muestras de leche de cada ordeño y se prepararon muestras compuestas diarias para la determinación de sólidos totales, grasa y proteína cruda (AOAC, 1970).

Para estimar el contenido y consumo de energía metabolizable de las raciones se utilizaron valores presentados en la literatura (Mc Dowell *et al.*, 1974) para estos materiales u otros semejantes a estos. Al heno de swazi, heno de kudzú, melurea y harina de

pescado se le asignaron valores de 1.8, 2.0, 3.0 y 2.5 mcal/kg de materia seca, respectivamente. Los resultados se analizaron estadísticamente de acuerdo al procedimiento descrito por Lucas (1983).

Para la evaluación económica se consideró el costo de los siguientes ingredientes alimenticios utilizados: B/.0.70, 0.070, 0.630, 0.200 y 0.231/kg de materia seca para heno de swazi, heno de kudzú, harina de pescado, urea y melurea, respectivamente; el precio de venta de la leche fue B/.0.280/lit. El ingreso neto parcial se obtuvo de la diferencia entre el ingreso bruto por venta de leche y el costo de la ración. No se incluyeron otros costos fijos y variables, ya que se asumieron constantes entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido promedio de proteína cruda del heno de swazi, melurea, urea, harina de pescado y heno de kudzú fue de 5.0 (\pm 0.3), 8.9 (\pm 0.3), 267.9 (\pm 2.0), 60.2 (\pm 1.2) y 15.0 (\pm 1.5) %, base seca, respectivamente. El contenido de proteína cruda y energía metabolizable de la ración ofrecida no varió apreciablemente entre tratamientos, con valores de 10.9 (\pm 0.3)% y 2.17 (\pm 0.01) mcal/kg de materia seca. Los niveles obtenidos de sustitución de proteína cruda total por proteína cruda de kudzú fueron de 0.0, 20.6 (\pm 1.8) y 51.2 (\pm 2.4)% para T₀, T₁ y T₂, respectivamente. El contenido promedio de la fracción detergente neutra indigerible fue de 42.9 (\pm 1.4) y 44.0 (\pm 0.8)% para el heno de swazi y heno de kudzú, respectivamente.

Los tratamientos afectaron (P < 0.10) la producción de leche, con promedios ajustados por efecto de tratamiento de 8.1,

7.6 y 7.7 lt/vaca/día para T_0 , T_1 y T_2 , respectivamente; el coeficiente de variación fue de 3.6%. La producción de leche de T_0 fue superior a la de T_1 y T_2 ; en cambio ésta no resultó diferente para T_1 y T_2 (Cuadro 1). La producción de leche corregida en base a un contenido de grasa de 4% no fue afectada ($P > 0.15$) por los tratamientos, aunque ésta presentó una tendencia a disminuir al aumentar el nivel de kudzú en la ración (Cuadro 1). No se obtuvo efecto ($P > 0.15$) de tratamiento sobre el contenido de sólidos totales, grasa y proteína cruda de la leche, los promedios generales para estos parámetros fueron 11.79, 3.54 y 3.33%, respectivamente (Cuadro 1). La producción diaria de grasa láctea tampoco resultó afectada por los tratamientos con un promedio general ($P > 0.15$) siendo el promedio general de 0.279 kg/ha/vaca/día.

En todos los tratamientos las vacas presentaron incrementos de peso vivo, pero no se observó efecto de tratamiento ($P > 0.15$); el incremento promedio general fue de 0.102 kg/vaca/día. El consumo de materia seca de cada uno de los ingredientes de las raciones se presenta en el Cuadro 2. Se observa que a medida que el kudzú sustituye a la harina de pescado y urea, el consumo de heno de swazi disminuye; en cambio, el consumo de melurea se mantiene prácticamente constante entre tratamientos.

Estos cambios en las raciones no afectaron ($P > 0.15$) el consumo de materia seca total entre tratamientos. El promedio general para el consumo de materia seca total fue de 11.96 kg/animal/día. El aporte del kudzú a este consumo total fue de 0.0, 14.6 y 36.9% para T_0 , T_1 y T_2 , respectivamente. Los animales no rechazaron el kudzú ofrecido, lo que puede indicar un mayor nivel de éste en la ración sin

problemas de consumo.

El consumo de proteína cruda y energía metabolizable total no fueron diferentes ($P > 0.15$) entre tratamientos, con un promedio general de 1.306 kg y 26.0 Mcal/animal/día, respectivamente (Cuadro 2). Estos consumos no limitaron la producción de leche, ya que en todos los tratamientos las vacas presentaron consumos superiores a sus requerimientos de producción de leche. Las ganancias de peso vivo obtenidas en cada tratamiento sustentan esta información.

Los índices de consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable tampoco difirieron entre tratamientos ($P > 0.15$), con promedios generales de 2.88 kg, 0.315 kg y 6.2 Mcal/100 kg de peso vivo/día, respectivamente.

Al incluir kudzú en la ración, la digestibilidad aparente de la materia seca, disminuyó, pero no se observó diferencia significativa ($P > 0.10$) entre T_1 y T_2 . La digestibilidad aparente de la proteína cruda también disminuyó con la inclusión de kudzú en la ración, pero sólo fue significativa ($P < 0.15$) en el nivel más alto de kudzú (Cuadro 2).

La eficiencia de utilización de la proteína cruda, sin corregir por la ganancia de peso vivo, no fue estadísticamente diferente entre tratamientos ($P > 0.15$), con promedios generales de 0.166 kg/lt de leche y 0.179 kg/lt de leche corregida por contenido de grasa.

La mayor producción de leche obtenida con el tratamiento a base de harina de pescado no está asociada con el consumo de proteína cruda o energía metabolizable, ya que no hubo diferencias en

consumo entre tratamientos. Esta respuesta puede estar relacionada con una mayor calidad de la proteína de la harina de pescado con respecto a la proteína del kudzú, principalmente la fracción sobrepasante. Se ha indicado (Clark, 1975) que una mayor disponibilidad y calidad de proteína a nivel duodenal puede implicar una mayor producción de leche.

En T₂, la sustitución de la proteína aportada por la urea por proteína de kudzú representó el 37.6% de la proteína cruda presente en la ración en forma de urea. Sin embargo, no hubo cambio en la producción de leche, lo que ofrece la posibilidad de un mayor nivel de sustitución de urea por kudzú sin afectar la respuesta animal.

El reemplazo de la proteína de la harina de pescado y de urea por proteína de kudzú resultó en una sustitución parcial del heno de swazi por heno de kudzú. Sin embargo, esta sustitución no implicó necesariamente una disminución en la digestibilidad aparente de la ración, ya que la digestibilidad aparente "in vitro" del heno de kudzú fue mayor a la del heno de swazi (38.6 y 34.6%, respectivamente). En cambio, el kudzú disminuyó la digestibilidad de la ración por medio de un aumento en la tasa de pasaje del alimento, tal como fue observado por Siebert *et al.* (1979) con *Leucaena leucocephala*. Por otro lado, la disminución de la digestibilidad aparente de la proteína de la ración al sustituir la proteína equivalente de la urea por proteína de kudzú,

Cuadro 1. Producción de Leche, Composición de la Leche, Producción de Grasa Láctea y Cambio de Peso Vivo por Tratamiento.

Parámetros ¹	Tratamientos			
	T ₀	T ₁	T ₂	
Producción de leche, lt/vaca/día	8.1 *	7.8 *	7.7	*
Producción de leche corregida ² lt/vaca/día	7.5	7.3	7.2	(ns)
Composición de la leche, %				
Sólidos totales	11.76	11.84	11.77	(ns)
Grasa	3.56	3.55	3.50	(ns)
Proteína cruda	3.37	3.36	3.26	(ns)
Producción de grasa láctea, kg/vaca/día	0.287	0.278	0.272	(ns)
Cambio de peso vivo, kg/vaca/día	0.112	0.051	0.142	(ns)

¹ Valores promedios ajustados por efecto de tratamiento

² Corregida al 4% de grasa

(*) P > 0.10, promedios con diferentes letras difieren entre sí

(ns) P > 0.15

se atribuye a diferencias en las digestibilidades de estas proteínas, ya que el nitrógeno de la urea es altamente soluble y degradable en el rumen.

El costo de la proteína suplementaria de la ración fue de B/.0.311, 0.123 y 0.231/vaca/día para T_0 , T_1 y T_2 , respectivamente; esto representa una disminución de 59.5% al sustituir la proteína de la harina de pescado y urea por su equivalente en kudzú.

En la Figura 1 se presenta el efecto de los tratamientos sobre el costo de alimentación y el ingreso neto parcial. Se observa que al aumentar el nivel de kudzú en la ración, el costo de alimentación disminuye y el ingreso neto parcial aumenta. El efecto en el costo de alimentación representa una disminución con respecto a T_0 de 26.8% con T_1 y 31.5% con T_2 . En el ingreso neto parcial, el efecto representó un aumento relativo a T_0

de 17.6% con T_1 y 21.9% con T_2 . En cambio, la sustitución parcial de la proteína equivalente de urea por proteína de kudzú (T_2) sólo representó una disminución de 6.4% en el costo de alimentación o un aumento de 3.7% en el ingreso neto parcial.

CONCLUSIONES

1. La sustitución de la harina de pescado por kudzú produjo una disminución en la producción de leche pero no tuvo importancia económica, ya que permitió un menor costo de alimentación y un mayor ingreso neto parcial que la harina de pescado. En cambio, la sustitución parcial de la proteína equivalente de urea por kudzú no afectó la producción de leche pero redujo el costo de alimentación y

Cuadro 2. Consumo Promedio de Alimento, Proteína Cruda y Energía Metabolizable por Tratamiento.

Tratamientos	Consumo promedio de alimento (kg MS/vaca/día)		
	T_0	T_1	T_2
Heno de swazi	8.7800	6.90	4.00
Melurea	3.400	3.10	3.10
Urea	0.166	0.18	0.08
Harina de pescado	0.498	0.00	0.00
Kudzú	0.000	1.75	4.20
Total ¹	11.970	11.94	11.98 (ns)
Proteína cruda, kg/vaca/día ¹	1.308	1.303	1.306 (ns)
Energía metabolizable, mcal/vaca/día ¹	26.0	25.9	26.0 (ns)

¹ Valores promedios ajustados por efecto de tratamiento.
(ns) $P > 0.15$

aumentó el ingreso neto parcial, lo que permite considerar niveles más altos de sustitución de la urea por kudzú.

de kudzú, lo que puede estar asociado con la velocidad de movilización del alimento en el tracto digestivo y/o con la naturaleza de los componentes químicos o estructurales de esta leguminosa, aspecto que amerita ser investigado.

2. La digestibilidad aparente de la materia seca y proteína de las raciones disminuyó con la inclusión

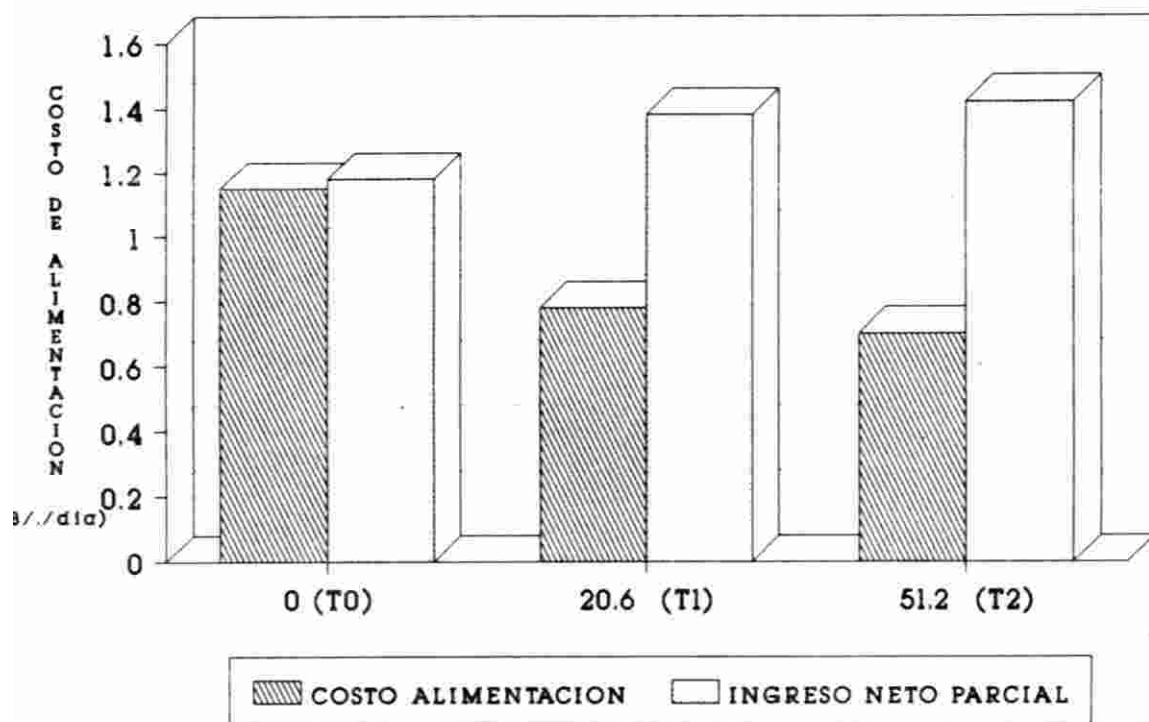


Figura 1. Costo de Alimentación e Ingreso Parcial a Diferentes Niveles de Sustitución de la Proteína de la Ración por Proteína de Kudzú.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC. 11th ed. Washington, D.C., George Benta, 1970. 1015 p.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). Programa De Pastos Tropicales. Informe Anual 1981. Cali, Colombia, 1981. 229-230 p.

CLARK, J.H. Lactational responses to postprandial administration of proteins and aminoacids. Journal of Dairy Science (EE.UU) 58: 1178. 1975.

LUCAS, H.L. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. Raleigh, N.C., North Carolina State University, Department of Statistics, 1983. (Series, 18. Mimeo).

JACOBS, B. F. Indigestible fiber components as possible internal markers. Texas A and M University of Texas, College Station, EEUU, 1975. (Thesis, M.S.).

McDOWELL, L.R. et al. Latin American Tables of Feed Composition. Gainesville, Florida, University of Florida, 1974. 509 p.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE, 5thed. Washington, D.C., National Academy Press, 1978.

ORTEGA, C.M.; SAMUDIO, C.E. Efectos de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del Kudzú Tropical (*Pueraria phaseoloides*), (Roxh Benth). Ciencia Agropecuaria (Panamá) 1:9-17. 1978.

PINZON, B.; CUBILLOS G.; GONZÁLEZ, J.; MONTENEGRO, R. Efecto del encalado en suelos ácidos de Panamá. I. Producción y composición química del Desmodium (*Desmodium ovalifolium* c.v. Costa Rica) y Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) Ciencia Agropecuaria (Panamá)3:59:66. 1980.

RUILOBA, M.H.; PINZÓN, B.R.; QUIROZ, R. Utilización del Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) como banco de proteína en la producción de leche. En: Aspectos técnicos de la producción de forraje y leche en Panamá. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, 1987. 15 p.

SIEBERT, B.D. et al. The utilization by beef cattle of sugarcane supplemented with animal protein, plant protein or no-protein nitrogen and sulphur. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16:789. 1976.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA) Forage fiber analysis. Washington, D.C. Agricultural Research Service, 1972. 20 p. (Agriculture Handbook, 379).