"TASA DE DIGESTIÓN DE ALGUNOS FORRAJES PARA BOVINOS EN EL TROPICO DEL ESTADO DE VERACRUZ"

MC. Jorge L. Contreras Jácome[1]
PhD. Francisco I. Juárez Lagunes[1]
MC. Maribel Montero Lagunes[2]

1. Introducción

Veracruz como estado ganadero ocupa el primer lugar nacional en la producción de carne y el sexto en producción de leche (SAGARPA, 2000). La ganadería veracruzana se sustenta en el pastoreo, destinándole a éste más del 50 % de la superficie estatal, lo que representa 3.6 millones de hectáreas de praderas. No obstante la importancia de los pastos tropicales existentes en el Estado, se desconocen algunos aspectos que determinan su valor nutritivo, mismo que es necesario investigar para incrementar la eficacia con la cual son usados por el ganado (Enríquez y col., 1999).

La calidad nutritiva de un pasto cambia de acuerdo con las condiciones ambientales y con la madurez de la planta (Van Soest y col., 1994). También es afectada por el tipo de animal que lo consume y su estado fisiológico (Fox y col., 1992); por consiguiente, el valor nutritivo de un pasto es variable y por lo tanto difícil de estimar sin el apoyo de los análisis de laboratorio.

Los métodos usados para predecir el valor nutritivo de los pastos han sido desarrollados en áreas templadas NRC, 1989. (Nutrient requirements of Dairy Cattle) y NRC, 1996. (Nutrient requirements of Beef Cattle). Debido a que las predicciones están basadas en datos que difieren de nuestras condiciones ambientales, el potencial de error en las estimaciones con pastos tropicales es alto.

En los últimos años, se han desarrollado nuevos métodos para estimar el valor nutritivo de los alimentos con el apoyo de modelos computarizados, los cuales calculan la disponibilidad de los nutrimentos basándose en la composición química y en la tasa de digestión. (Nivel 2 del NRC de Carne, 1996) y el Sistema de Carbohidratos y Proteínas Neto de Cornell (CNCPS) (Sniffen y col., 1992; Fox y col., 1992; Russell y col., 1992)

Los nutrimentos que más se han estudiado han sido las proteínas y los azúcares. Para efecto de evaluación nutricional, estos han sido subdivididos en varias fracciones dependiendo de su solubilidad. Los modelos computarizados disponibles, usan estas fracciones y sus tasas de digestión para predecir la disponibilidad del alimento y su valor nutritivo (Sniffen y col.,1992).

En la literatura nacional, existen pocos datos sobre la digestibilidad de pastos tropicales en la zona centro del estado de Veracruz, por ello el gran interés en

[1] Universidad Veracruzana. Fac. Med. Vet. Zoot. Veracruz. Posta Zootécnica "Torreón del Molino." Km. 14.5 Carretera Veracruz-Xalapa.

[2] INIFAP. CE. La Posta .Lab. de Nutrición animal. Km. 22.4 Carretera Veracruz-Córdoba.

determinar la digestibilidad y la tasa de digestión de los pastos tropicales de esta zona.

La información que se presenta en este folleto técnico, se generó en La Posta Zootécnica "Torreón del Molino" (PZTM) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U. V., en colaboración con el Laboratorio de Nutrición Animal del Campo Experimental, "La Posta"-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

Geográficamente, la PZTM se localiza a los 19° 10´ Latitud Norte y 96° 10´ Longitud Oeste, con una altura de 15 msnm. El área tiene un clima tropical subhúmedo tipo Aw_1 (García, 1973). La precipitación promedio es de 1728 mm/año. La temperatura promedio anual de 25ºC , la humedad relativa promedio fue del 81 por ciento. El suelo es de tipo Arenosol, con un pH de 5.6 (Castillo, 2000).

Para ello se establecieron parcelas demostrativas con dimensiones de 2 x 3 m, sembradas con cinco pastos introducidos, de las siguientes especies: *Brachiaria decumbens* (Señal), *Brachiaria brizantha* (Insurgente), *Pánicum maximum* (Privilegio), *Panicum maximum* (Tanzania), y *Andropogon gayanus* (Llanero). Los pastos fueron fertilizados con Nitrógeno a dosis de 100 kg por ha y regados por sistema de aspersión a una lámina de agua de 15 cm y los tiempos muestreo se efectuaron a los 21, 28, 35 y 60 días de edad al rebrote.

El objetivo de este folleto técnico es presentar los resultados de los análisis de digestión de los cinco pastos tropicales antes mencionados, los cuales tienen una amplia aceptación en la actividad ganadera de la región tropical y que además han mostrado estar adaptados a estos tipos de suelos. La importancia de los análisis efectuados en estos pastos, radica en la determinación de su valor nutritivo, para bovinos de la zona centro del Estado de Veracruz.

2.- Características productivas de los pastos en estudio

En el cuadro 1 se aprecian las principales características productivas de los pastos en estudio. Se puede observar que los pastos del género *Panicum* exigen una mejor calidad del suelo para su establecimiento y tienen una producción de MS bastante más elevada en relación con los otros pastos incluidos en el cuadro

Cuadro 1. Principales características de adaptación de las gramíneas más utilizadas en el trópico de México.

Especie	Fertilidad del suelo	Densidad de siembra (kg/ha)semilla	Rendimiento, (ton/ms/ha)	Carga animal(cabeza/ha)	Ganancia/animal/día (g)	Reposo en Lluvias	Reposo en Secas
Privilegio	Alta-Media	5 – 7	14-16	3	418	40-55	88
Tanzania	Alta-Media	5 – 7	20-28	3			
Insurgente	Media-Alta	5 – 7	10-18	3	450	30-35	30-40
Señal	Media-Baja	5 – 7	11-18	3.5	420	20-25	30-40
Llanero	Media-baja	10 – 12	8-14	3.5	420	30-40	45-60

Fuente. Enríquez y col., 1999

3.- Mediciones del Valor Nutritivo

Las mediciones más confiables de la calidad del forraje son las realizadas sobre el comportamiento animal (ganancia de peso o producción de leche), Mott (1959); cuando no es posible conducir largas y costosas pruebas de comportamiento, los métodos de laboratorio son una alternativa confiable para estimar la calidad del forraje (Moore, 1987).

Muchas de las técnicas de laboratorio para análisis químicos de los alimentos en Estados Unidos de Norteamérica, se basan en criterios y ecuaciones que han sido desarrolladas específicamente para alimentos de clima templado, y que algunos no son apropiados para alimentos de otras áreas (Denium y Van Soest, 1969); por consiguiente, en el laboratorio de nutrición de la PZTM, se están desarrollando análisis apropiados para determinar con mayor confiabilidad el valor nutritivo de los forrajes tropicales.

4.- Digestibilidad *in vitro*

El estimador más comúnmente usado para evaluar el valor nutritivo de un forraje es su digestibilidad, término utilizado para indicar lo que el animal aparentemente aprovecha. En varios países tropicales se ha medido la digestibilidad de los pastos, sin embargo, este valor, cambia de acuerdo al medio ambiente y al manejo, por lo tanto, dicha información no se puede extrapolar a las condiciones del trópico mexicano (Montero y col., 1998); además, no hay información de digestibilidad de pastos tropicales de la zona centro del Estado de Veracruz.

Los sistemas *in vitro* de Tilley y Terry (1963) modificado por Van Soest, Wine y Moore(1966), y Goering y Van Soest (1970), usando líquido ruminal, son los más antiguos y aún los más comunes para medir la digestibilidad. Estos consisten en una fermentación del alimento durante 48 horas por los microorganismos ruminales. La cantidad de muestra (alimento) que desaparece se considera que ha sido "digerida". La cantidad de alimento digerida corregida por el contenido de cenizas es equivalente al total de nutrimentos digestibles (TND), el cual es el punto de partida para estimar el valor energético de un alimento (Deinum y col. , 1969)

5. Tasas de Digestión

Como ya se mencionó, el valor nutritivo de un forraje es dinámico y no es fácil de estimar. Por lo tanto, para resolver ésta limitante, se está utilizando la técnica de digestibilidad *in vitro* no solo para medir el TND, sino también para determinar la tasa de digestión, la cual es un estimador dinámico de la digestión de los alimentos, (Smith y col. , 1972). La tasa de digestión es un valor que resulta de la aplicación de la ecuación exponencial de Mertens y Loften (1980) que explica la velocidad de digestión en porcentaje por hora del forraje en estudio.

Ecuación exponencial de Mertens y Loften (1980) $Y = (a * (Exp (-b * (x - c))) + d)$

En donde:

Y = La FDN residual al tiempo t, %
a = FDN digestible, %
b = Tasa de desaparición de la FDN, %/h
c = Tiempo de retraso, h
d = La FDN indigestible, %

En la PZTM se cuenta con un modelo computacional desarrollado en la Universidad de Cornell, Estados Unidos de Norte América, (Cornell Net Carbohydrate and Protein System), (CNCPS) y adaptado a las condiciones de México, con el cual se puede estimar el valor nutritivo de los forrajes tropicales utilizando los valores de tasas de digestión y de otros análisis químicos complementarios.

6.- Rendimiento, análisis químico y digestibilidad de cinco pastos tropicales.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de los análisis practicados a cinco pastos cultivados en parcelas experimentales de la PZTM. En este cuadro se observa que los pastos del género *Panicum* (Tanzania y Privilegio), destacan por su elevado rendimiento de forraje verde (48,350 y 34,350 MV/kg/ha) y alto contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) (65.7 y 68.0 por ciento) respectivamente; mientras que las *Brachiarias* (Insurgente y Señal), se distinguen por modestos rendimientos de forraje verde (28,600 y 26,500 MV/kg/ha) y bajos niveles de FDN (61.3 y 60.5 por ciento) respectivamente.

Los valores de digestibilidad *in vitro* a 48 h son semejantes para los cinco pastos en estudio, lo que da idea que potencialmente pudiera ser más recomendables los *Panicum* al producir más materia orgánica (MO) digestible en kg/ha (MO,kg x Dig. 48 h/100), teniendo los siguientes promedios de MO,kg/ha: Tanzania=5,360; Privilegio=4,540; Llanero= 3,799; Señal =3,638 e Insurgente=3,552.

Cuadro 2. Análisis de Rendimiento, Químico y de Digestibilidad de los pastos en estudio clasificados por especie

Variable[1]	Señal	Privilegio	Tanzania	Insurgente	Llanero	EEM[2]
MV, kg /ha	26,500^{c}	34,350^{b}	48,350^{a}	28,600^{c}	25,450^{c}	2,180
MS, %	18.7^{b}	19.2^{b}	16.2^{c}	18.0^{bc}	22.7^{a}	0.49
MS, kg /ha	5,000^{c}	6650^{b}	8,000^{a}	5,350^{c}	5,500^{c}	430
Min. %	11.0^{ab}	10.8^{b}	11.4^{a}	9.3^{c}	7.10^{d}	0.34
MO, kg /ha	4,700^{c}	5,950^{b}	7,100^{a}	4,800^{c}	5,100^{c}	400
FDN, %	60.5^{d}	68.0^{ab}	65.7^{bc}	61.3^{cd}	71.9^{a}	1.01
PC, %	12.2^{ab}	12.6^{a}	13.3^{a}	12.6^{a}	11.2^{b}	0.31
DIVMS a 48 h, %	77.4	76.3	75.5	74.0	74.5	1.11

Ocho observaciones /tratamiento. Distinta literal por renglón muestra diferencia estadística($P<0.05$)
[1.] MV = Materia verde; MS = Materia seca; MO = Materia orgánica; MIN = Minerales o cenizas; FDN = Fibra detergente neutro; PC = Proteína cruda; DIVMS a 48 h,% = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las 48 h,%
[2] EEM = Error estándar de la media

El cuadro 3 presenta las mismas variables del cuadro 2, pero por edad al corte. La cantidad de MO de los 21 a los 35 días se incrementa en 243 kg/d / ((5,950 – 2,550) /14), mientras que la digestibilidad a las 48 h decrece a 0.8 unidades porcentuales por día ((81.4 – 70.8) /14), como consecuencia del incremento en el contenido de FDN (0.6 % / día) y el decremento en PC (0.2 % /día). El efecto neto es que a los 21 días tenemos 2,076 kg de MO digestible por ha y a los 60 días 6,928 kg por corte; en teoría se duplicarían los nutrimentos disponibles.

Mayor calidad de los pastos , aumenta la producción de nuestras vacas

Cuadro 3. Análisis de Rendimiento, de composición química, y digestibilidad de los pastos en estudio clasificados por corte[1] (días)

Variable[2]	21	28	35	60	EEM[3]
MV, kg/ ha	17,150	28,150^{c}	37,450^{b}	47,900^{a}	1,950
MS, %	17.9^{b}	17.4^{b}	18.3^{b}	22.2^{a}	0.44
MS, kg /ha	2,650^{d}	4,800^{c}	6,700^{b}	10,300^{a}	380
Min. %	10.2^{a}	9.9^{a}	10.5^{a}	9.0^{b}	0.31
MO, kg /ha	2,550^{d}	4,300^{c}	5,950^{b}	9,350^{a}	355
FDN, %	60.1^{b}	66.8^{a}	68.6^{a}	64.4^{a}	0.90
PC, %	15.3^{a}	12.3^{b}	11.9^{b}	10.0^{c}	0.28
DIVMS a 48 h, %	81.4^{a}	75.9^{b}	70.8^{c}	74.1^{cd}	1.0

Ocho observaciones /tratamiento. Distinta literal por renglón muestra diferencia estadística (P<0.05)
[1] 21, 28 y 35 días de edad
[2] MV =Materia verde, MS =Materia seca, MO =Materia orgánica, MIN = Minerales o cenizas, FDN =Fibra detergente neutro, PC = Proteína cruda y DIVMS a 48 h,% = Digestibilidad *in vitro* de la materia seca a las 48 horas
[3] EEM = Error estándar de la media

7.- Tasa de digestión y potencial de producción de leche de cinco pastos tropicales.

En el cuadro 4 se presentan los promedios de tasas de digestión de los pastos por especie. La media general es de 7.6% / h, con un rango de 7.3 a 7.9% /h. Esta información así como la de los análisis químicos complementarios se capturaron en el programa computacional CNCPS.

Se hicieron pruebas para observar el efecto sobre la producción de leche en función de la calidad del pasto; utilizando datos promedio de una vaca adulta cruzada de Holstein x Cebú, a mitad de la lactancia, con un peso promedio de 500 Kg y produciendo 10 Kg de leche por día. Se consideró al pasto como la única fuente de alimentación a un consumo de 12.7 Kg de materia seca.

Los resultados de este estudio se muestran en el cuadro 4. La energía y proteína metabolizable para lactancia fueron mayores en el pasto *Brachiaria brizantha* (Insurgente), (12.24 y 11.06 L/ día), seguidos por el *Andropogon gayanus* (Llanero) y el *Brachiaria decumbens* (Señal) y por último, los *Panicum maximum* (Tanzania y Privilegio). En cuanto a la cantidad de nutrimentos disponibles los *Panicum* sobresalen, pero la calidad de esos nutrimentos es menor para soportar la lactancia en comparación con las Brachiarias. Esto se debe al mayor contenido de FDN en los Panicum, lo cual diluye el valor energético de la dieta.

Cuadro 4. Tasa de Digestión y Potencial en producción[2] de leche por los pastos en estudio con vacas de doble propósito.

Pasto	Tasa de Dig.[1] %/h	EMl/kg	PMl/kg
Señal	7.5	11.49[ab]	10.32[ab]
Privilegio	7.3	10.02[b]	7.28[b]
Tanzania	7.9	10.70[ab]	8.50[ab]
Insurgente	7.4	12.24[a]	11.06[a]
Llanero	7.7	11.81[ab]	10.98[ab]
EEM[3]	0.64	0.44	0.73

Ocho observaciones / tratamiento. Distinta literal en columna muestra diferencia estadística (P<0.05)
[1] Tasa de Dig. %/h = Tasa de digestión %/h
[2] EMl/kg =Energía metabolizable para producción de leche, PMl/Kg = Proteína metabolizable para producción de leche.
[3]EEM = Error estándar de la media

En cuanto a la tasa de digestión clasificadas por edad al corte (cuadro 5), es importante observar como las tasas de digestión de la FDN disminuye de 8.5 a 6.7 %/ h de los 21 a los 60 días de edad; es decir casi 0.1 %/ h por día lo cual influye dramáticamente en una caída de la disponibilidad de proteína para producción de leche obtenida de 12.15 kg de leche al día a los 21 días de edad y 8.22 kg de leche a los 60 días.

Cuadro 5. Tasas de digestión (%/h) y Potencial en producción de leche[2] por los pastos en estudio con vacas de doble propósito.

Edad[3]	Tasa Dig. %/h	EMl/kg	PMl/kg
21	8.5	12.01[a]	12.15[a]
28	7.7	11.74[ab]	9.27[b]
35	7.3	10.99[b]	8.87[b]
60	6.7	10.27[b]	8.22[c]
EEM[4]	0.57	0.36	0.53

Diez observaciones / tratamiento. Distinta literal muestra diferencia estadística (P<0.05)
[1]Tasa de Dig. %/h = Tasa de Digestión %/ hora
[2] EMl/kg = Energía Metabolizable para producción de leche por kg, PMl/kg = Proteína Metabolizable para Producción de leche por kg
[3] 21, 28 y 60 días de edad al corte
[4] EEM =Error estándar de la media

9.- Conclusiones

Ø Conocer las tasas de digestión de la FDN de los forrajes es importante para determinar su valor nutritivo para los bovinos

Ø Los pastos del género *Panicum* producen más materia orgánica digestible por ha que los pastos *Brachiaria y Andropogon.*

Ø Los pastos del género *Brachiaria* tienen mayor potencial para producir leche que los *Panicum y Andropogon*, debido que tienen más azúcares solubles y menos azúcares estructurales

Ø Conforme avanza la edad del pasto de 21 a 60 días, la tasa de digestión disminuye de 8.5 6.7 %/h, repercutiendo en una pérdida potencial en producción de leche de 12.15 a 8.22 kg de leche/día durante el mismo periodo de tiempo antes mencionado.

10.- Bibliografía

Castillo T. R., 2000. Características de los Suelos de "La Posta Zootécnica Torreón del Molino" y sus Factores Limitantes Agroproductivos para los Pastos : Un caso de estudio; Tesis de Maestría p. 45

Deinum, B., and Van Soest P. J., 1969. Prediction of forage digestibility from some laboratory procedures. Neth. J. Agric. Sci. 17:119-127

Enríquez Q. J. ; Meléndez N. ; Bolaños A. E. 1999
Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México.
INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental Papaloapan. Libro Técnico Núm. 7.
Veracruz, México. 262 p.

Fox, D. G., Sniffen C. J. , O´Connor J.D., Russell J. B. and Van Soest P. J. , 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III. Cattle requirements and diet adecuacy. J. Anim. Sci. 70:3578-3596.

Montero, L. M., Juárez, L. F., Contreras, J. J. 1998. Importancia de los Análisis de Digestibilidad en la Determinación del Valor Nutritivo de los Forrajes tropicales. Memoria Técnica, Día del Ganadero C. E. La Posta, "Paso del Toro"- INIFAP, pp. 21 - 29

Moore, J. E. 1981. Principles of forage quality evaluation. In: King Visiting Scholar Lectures, Ark. Agric. Exp. Sta. Special Rept. 93, pp. 66-87

Moore, J. E. 1987. A system for quantifying forage quality and predicting animal performance. Presented at VII National Near Infrared Reflectante Spectroscopy Network Workshop, Madison, WI, February 23-25, 1987. pp 9.

Mott, G. O. 1959. Symposium on forage evaluation. IV. Animal variation and measurement of forage quality. Agron. J. 51:223-226

NRC. National Research Council.1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Ed.). National Academic Press, Washington, D.C.

NRC. National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, DC.

Russell, J. B., O´Connor J. D. , Fox D. G., Van Soest P. J., and Sniffen C. J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. I. Ruminal fermentation. J. Animal. Sci. 70:3551-3561

SAGARPA 2000. SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN. CENTRO DE ESTADÍSTICA AGROPECUARIA. ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1999. Octubre, 2000. pp.19, 33. México.

Smith, L. W., Goering H. K. and Gordon C. H. 1972. Relations of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. J. Dairy Sci. 55:1140-1147

Sniffen, C. J., O´Connor J. D. , Van Soest P. J., Fox D. G. and Russell J. B. 1992. A net carbohydrate and protein availability (CNCPS). J. Animal. Sci. 70:3562-3577

Van Soest P. J., Giner B. and Chavez. 1994. Nutritive value of fibrous feeds. Presented at the "Beef Cattle Production Systems in the Tropics" seminar in Costa Rica, May 27, 1994. pp 9.