

Degradación ruminal de la materia seca del fruto cuajilote (*Parmentiera edulis*)

Carlos G. García-Castillo¹, Jaime J. Martínez-Tinajero^{1*}, Oziel D. Montañez-Valdez², Luciano Sánchez-Orozco¹, Saúl Posada-Cruz¹, Fernando Izaguirre-Flores¹ y Gilberto Martínez-Priego³

¹Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable, Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Framboyanes No. 34, entre Av. Palmas y Av. Rosas. CP. 30780. Fracc. Laureles I. Tapachula, Chiapas, México. *Correo electrónico: jaimej@unach.mx

²Departamento de Desarrollo Regional, CUSUR, Universidad de Guadalajara. Ciudad Guzmán, Jalisco. Mexico.

³Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Tapachula, Chiapas, México.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo estimar la degradabilidad ruminal y cinética degradativa de la materia seca (MS) del fruto cuajilote (*Parmentiera edulis* DC) en tres estados de madurez colectado durante la época seca en una región de clima cálido húmedo de la costa del estado de Chiapas, México, para analizar su potencial forrajero. La técnica de la bolsa de nylon fue aplicada, con vaquillas permanentemente fistuladas del rumen (usándose como unidades experimentales), que pastorearon zacate estrella de África y una suplementación con 400 g/d de un concentrado (grano de sorgo molido, pasta de soya y minerales). Se incubaron en el rumen 5 g de muestra molida de cuajilote (chilillos, verde y maduro) en bolsas nylon a períodos de 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48 y 72 h. Los tratamientos (estados de madurez) se distribuyeron en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones por tratamiento. Se encontró que la desaparición de la MS (DISMS, %) de los chilillos fue dos veces mayor ($P < 0,001$) que la de los verdes, aunque menor que la DISMS del fruto maduro. El tipo de MS fluctuó ($P < 0,001$) dependiendo del estado de madurez, mostrando que la MS soluble y MS degradable fueron más elevadas en el fruto maduro, seguido de los chilillos que en los verdes (14,6 y 7,3 vs. 1,5%, así como de 29,3, 25,2 vs. 15,7%, respectivamente). Por otro lado, la MS degradable del fruto maduro se empieza a degradar más pronto (0,0 1,6 y 1,8 h, para los maduros, chilillos y verdes, respectivamente) y a una tasa más rápida que los chilillos o los verdes (0,04 vs. 0,03). La digestibilidad potencial de la MS (DPMS, %) resultó más alta ($P < 0,05$) en el fruto maduro (43,9) que en los chilillos (32,0) y los verdes (17,2). La misma tendencia se presentó para la degradabilidad efectiva. Se concluye que la MS del fruto maduro presentó mayor disponibilidad de degradación ruminal que el estado de chilillos o verde, pero la materia seca de este fruto muestra baja disponibilidad ruminal indicando que no es un material forrajero que pueda sustituir a forrajes tropicales.

Palabras clave: Fruto cuajilote, bovinos fistulados, rumen, digestibilidad *in situ*, degradabilidad efectiva.

Ruminal degradation of the dry matter of the cuajilote fruit (*Parmentiera edulis*)

ABSTRACT

This study had the aim to estimate the ruminal degradability and kinetic degradative of the dry matter (MS) of the cuajilote fruit (*Parmentiera edulis* DC) in three states of maturity collected during the dry season in a humid warm climate region of the coast at Chiapas state, Mexico, to analyze its forage potential. The technique of nylon bag was applied with heifers permanently fissured of rumen (being used like experimental units) that grazed star

of Africa grass and a supplementation with 400 g/d of concentrate (grain of ground sorghum, paste of soya and minerals). They were incubated in rumen, 5 g of ground of cuajilote sample (chilillos, green, and mature) in nylon bags (large: 10 x 5 cm and pore: 52 μ) in periods of 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, and 72 h. The treatments (maturity states) were distributed in a completely random design with four repetitions by treatment. The disappearance of the MS (DISMS, %) of the chilillos was twice greater ($P < 0.001$) than the green, although smaller than the DISMS of the mature fruit. The type of MS fluctuated ($P < 0.001$) depending on the maturity state, showing that degradable MS and soluble MS were more elevated in the mature fruit, followed by the chilillos and the greens (14.6 and 7.3 vs. 1.5%, as well as 29.3, 25.2 vs. 15.7%, respectively). On the other side, the degradable MS of the mature fruit begins to degrade more rapidly (0.0, 1.6, and 1.8 h for mature, chilillos, and greens, respectively) and a faster rate than the chilillos or greens (0.04 vs 0.03). The potential digestibility of the MS (%) was higher ($P < 0.05$) in mature fruit (43.9) than the chilillos (32.0) and the greens (17.2). The same tendency appeared for the effective degradability. It is concluded that the MS of the mature fruit showed more availability of ruminal degradation than the chilillos and the greens, but the dry matter of this fruit showed a low ruminal availability indicating that it is not a material that can replace tropical forages.

Keywords: Cuajilote fruit, fistulae bovines, rumen, *in situ* digestibility, effective degradability.

INTRODUCCIÓN

La productividad animal en la costa del estado de Chiapas, México, región tropical de clima cálido húmedo, esta basada en pastoreo extensivo de Poáceas nativas e introducidas cuya disponibilidad y calidad nutricional depende de la distribución estacional de lluvias (Rojo *et al.*, 2000; Mokoboki *et al.*, 2005). Debido a lo anterior, durante la época de seca (diciembre a mayo) se reducen los niveles de producción de carne y leche (Gómez *et al.*, 2002) lo que obliga a buscar fuentes alternativas de alimentación para rumiantes en pastoreo (Bustamante *et al.*, 2002).

Durante este periodo de sequía, en esta zona geográfica, existe la disponibilidad de frutos de cuajilote (*Parmentiera edulis* DC), los cuales son ávidamente consumidos por bovinos que pastorean libremente (Jiménez, 1989). No obstante, se desconoce cual es el valor nutricional y la disponibilidad ruminal de la materia seca (MS) de este fruto en diferentes estados de madurez, al que también se le atribuyen propiedades medicinales (INEGI, 1992).

De esta manera, determinar el papel que ejerce este fruto en el ambiente y cinética ruminal de los animales que los consumen es importante para realizar suplementación estratégica con el fruto cuajilote (García-Castillo, 1997); Sin embargo, es primordial estimar primero, la disponibilidad ruminal de la MS de este fruto, así como determinar variables de la cinética ruminal como el inicio y velocidad de degradación de la MS degradable. Estos aspectos permitirán inferir cual es la degradabilidad

efectiva de la MS a nivel ruminal (Singh *et al.*, 1989), buscando integrarlo como una fuente de sustitución o complementación alimenticia para animales en pastoreo durante la época de seca en una región de clima cálido húmedo, objeto de estudio del presente trabajo experimental.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Módulo Lechero de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Chiapas, ubicado en el municipio de Huehuetán, Chiapas, México (94° 30' O y 15° 30' N), a 35 msnm, con un clima cálido húmedo, precipitación media anual de 2.200 mm (de junio a noviembre la distribución de lluvias) y 26°C de temperatura promedio. El suelo del área experimental se clasifica como fluvisoles eútricos con textura migajón-arenosa, pH de 6,2 y 2,5% de materia orgánica (García, 1973; Gómez *et al.*, 2002).

El estado de madurez chilillo correspondió al fruto que emerge del tallo de la planta que no sobrepasa los 8 cm de longitud. Como verde se consideró el fruto que ha desarrollado su máximo tamaño que mantiene su color verdoso claro y consistencia dura y como maduro, al fruto con coloración amarillenta de aroma dulce y consistencia suave. Todos estos materiales se colectaron al inicio de la época de seca de, por lo menos, 10 árboles. Los frutos fueron cortados longitudinalmente para ser deshidratados bajo sombra y se hicieron muestras compuestas para determinarles la materia seca parcial. Posteriormente, se deshidrataron en una estufa de aire circulante

(55°C por 12 a 24 h) y luego, se molieron en un molino Willey (criba de 2 mm) para almacenarse en bolsas de plástico, hasta que se les realizó los análisis de su composición química. La MS se determinó mediante secado en una estufa de aire circulante (105°C, durante 12 a 24 h), el contenido de cenizas por ignición (600°C por 5 h), la proteína cruda por el método Kjeldahl (AOAC, 1990) y se aplicó el método no-secuenciado de Goering y Van Soest (1970) para determinar el contenido de fibra detergente neutro (FDN)

Se utilizaron cuatro vaquillas con un peso promedio de 350±13,6 kg y dos años de edad equipadas con un cánula ruminal permanente. Los animales se alimentaron en praderas de pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Además, 400 g de una mezcla a base de sorgo, vitaminas y minerales fue proporcionada por las mañanas como suplemento, así como también recibieron agua limpia y fresca a libre acceso.

La desaparición ruminal de la MS se determinó utilizando la técnica de la bolsa de nylon (Orskov y McDonald, 1979). Cada una de las muestras de los diferentes estados de madurez del cuajilote se incubó en el rumen de cuatro vaquillas durante 0, 4, 8, 12, 24, 36, 48 y 72 h, considerando a un animal como repetición. Se utilizaron bolsas de nylon (18 x 9 cm y tamaño de poro de 53 μ) y en cada una se colocaron 5 g de muestra de cuajilote y se sujetaron mediante hilos de nylon a una porción de cadena (30 cm de longitud, peso 150 g) que quedó suspendida en el rumen. Posteriormente, las bolsas que se sacaron del rumen, junto con la bolsa de la hora cero, se lavaron a chorro circulante a baja presión, hasta que el agua salió igual de cristalina como entró (aproximadamente 15 min). Posteriormente, las bolsas con los residuos se secaron en una estufa de aire circulante (48 h a 60°C). La digestibilidad *in situ* de la MS (DISMS) de cada período de incubación se estimó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Digestibilidad } in \text{ situ } (\%) = \left(\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso final}} \right) \times 100$$

Las características no lineales de degradación ruminal (fracción rápidamente soluble, fracción degradable de materia seca, fracción potencialmente digestible, velocidad e inicio de la degradación de la fracción degradable de la materia seca) y la

degradabilidad efectiva de la MS se calcularon como un proceso interactivo mediante el paquete Neway (McDonald, 1981), que considera la siguiente ecuación: $P = a + b(1 - e^{-ct})$, donde P es la velocidad de desaparición en un tiempo t, a es el intercepto que representa la porción de MS solubilizada al inicio de la incubación (bolsa hora cero), b es la porción de MS potencialmente degradable en rumen, c es la velocidad de desaparición de la fracción b y t es el tiempo de incubación. La degradabilidad efectiva se estimó considerando tasas de pasaje ruminal de 2, 5 y 8%/h, las cuales son representativas de consumo bajo, mediano y elevado, respectivamente (ARC, 1984).

La composición química, la desaparición ruminal de MS a diferentes períodos de incubación y las características de degradabilidad ruminal de la MS se analizaron con un diseño completamente al azar, donde los estados de madurez fueron los tratamientos (Steel y Torrie, 1980). Las medias se compararon ($P < 0,05$) con el procedimiento de Tukey (Herrera y Barreras, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra la composición química del fruto cuajilote colectado en época de seca en una región de clima cálido húmedo ubicada en la costa de Chiapas. Como se puede apreciar, la composición química en este fruto está relacionada al estado de madurez, donde de manera general, la cantidad de proteína se reduce y se incrementa la proporción de pared celular en los frutos chilillos y lo contrario se presenta en los frutos verdes, lo que en conjunto afecta la composición química en el fruto maduro.

La DIMS fue diferente ($P < 0,001$) en cada período de incubación ruminal (Cuadro 2). Se puede apreciar que independientemente del período de incubación, el fruto maduro presentó mayor DISMS que el fruto en estado verde o chilillo. De hecho, desde la hora 12 a la 72 de incubación ruminal, el fruto verde sólo logró aumentar la DISMS en 7 unidades porcentuales, mientras que el fruto maduro logró incrementar en 13 unidades porcentuales. Las diferencias más marcadas entre éstos estados de madurez se presentaron a las 36 y 72 h de incubación ruminal. La DISMS de los frutos es una variable que está determinada por diversos factores como la cantidad y tipo de alimento consumido, el animal fistulado que sirve como modelo animal, los períodos de incubación ruminal,

Cuadro 1. Composición química del fruto cuajilote en diferente estado de madurez

Estados de madurez	Materia seca	Materia orgánica	Ceniza	Proteína cruda	Pared celular
Maduro	14,7a†	91,2a	6,2a	2,8b	82,5b
Verde	14,4a	89,1b	4,6c	3,3a	81,2b
Chilillo	13,1b	92,6a	5,3b	2,9b	84,5a
CV	0,9	12,6	3,5	5,4	6,2

† Medias con distintas letras en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0,0001)

Cuadro 2. Desaparición *in situ* de la materia seca del fruto cuajilote en tres estados de madurez a diferentes periodos de incubación ruminal.

Estado de madurez	Periodo de incubación ruminal						
	4	8	12	24	36	48	72
	----- h -----						
Maduro	21,8a†	24,9a	27,6a	33,3a	36,8a	39,0a	41,3a
Verde	2,4c	3,9c	5,3c	8,6c	10,9c	12,7b	14,8c
Chilillo	4,5b	7,2b	9,7b	15,7b	20,1b	23,3b	27,4b
CV	3,3	4,3	4,6	3,8	2,6	1,6	1,5

† Medias con distintas letras en la misma columna son estadísticamente diferentes (P<0,0001).

las características de la bolsa de nylon utilizada y las características físico-químicas del fruto evaluado (Van Soest, 1982). En comparación a otros forrajes como pastos introducidos en la región tropical, la MS del fruto cuajilote es de reducida disponibilidad a nivel ruminal (Reyes, 2003; Ramírez, 2004).

En el Cuadro 3 se muestran los tipos de materia seca que presentan los estados de madurez de este fruto tropical obtenido mediante el análisis iterativo del paquete Neway (McDonald, 1981). La MS soluble fue diferente (P<0,05) entre los estados de madurez. El fruto maduro (17,8) e inclusive el fruto chilillo (2,7) presentaron mayor cantidad de este tipo de MS que el fruto verde con 1,5. Esta variable corresponde a la MS perdida o solubilizada durante el lavado y esta compuesta por compuestos nitrogenados (aminas, amidas y bases nitrogenadas) y por componentes de la pared celular como la pectina (Van Soest, 1982). La MS soluble es importante a nivel ruminal ya que

representa el primer aporte de nitrógeno y energía para asegurar el inicio de la actividad degradativa por parte de los microorganismos ruminales.

La proporción de MS degradable (29,3) en el fruto maduro fue casi el doble que la encontrada en los frutos verdes (15,7), aunque está por debajo de lo reportado en forrajeras tropicales colectadas en la misma región, como el insurgente con 33,6% (Reyes, 2003) ó el pasto estrella de África con 40,5% (Rodríguez, 2003). En relación a las hojas de árboles multipropósito, la cantidad de MS que puede degradarse de este fruto es considerablemente inferior, en comparación con plantas como la *Leucaena leucocephala* que mostró un 65% de MS degradable (García-Castillo, 1997). La MS indegradable corresponde a la cantidad de materia seca que no se degrada aunque transcurra más 72 horas en el rumen. Se encontraron diferencias (P<0,05) entre estados de madurez, pero las altas proporciones de este tipo de MS indican baja calidad

ya que afecta la digestibilidad ruminal de la MS (García-Castillo, 1995).

La velocidad y el tiempo de inicio de la degradación de la materia seca degradable contenida en los estados de madurez del fruto cuajilote se muestra en el Cuadro 4. El valor de cero indica que la MS degradable del fruto maduro se empieza a degradar inmediatamente al llegar al rumen (Sinh *et al.*, 1989) y que el fruto chilillo y el fruto verde necesitan que transcurran una hora y media para que se inicie la degradación por parte de los microorganismos ruminales. Este resultado podría indicar que las características de la composición química de los estados de madurez del cuajilote (Cuadro 1) afectan la tasa de hidratación o el grado de las interacciones físico-químicas entre las bacterias ruminales y la estructura física del fruto (Sing *et al.*, 1989).

Por otra parte, la velocidad (%/h) a la que se degrada la MS degradable es diferente ($P<0,001$); los frutos chilillo y verde mostraron sólo diferencia numérica en la velocidad de degradación, pero tienen una velocidad de digestión más lenta que el fruto

maduro. La tasa de digestión de la MS degradable de este fruto tropical es mucho más lenta que la de forrajes de alta calidad como el heno de alfalfa (20 %/h) o del 10 %/h en las hojas del guaje, *Leucaena leucocephala* (García-Castillo, 1997).

La degradabilidad potencial y efectiva de la MS del fruto cuajilote en tres estados de madurez se presentan en el Cuadro 5. La MS potencialmente digestible (MSPD) se refiere a la máxima cantidad de MS que esta disponible para la digestión ruminal y representa la suma de la MS soluble más la MS degradable. Se encontró que esta variable es diferente ($P<0,001$) entre los estados de madurez. Se aprecia que el fruto maduro muestra la cantidad más alta de MSPD (42,9%), mientras que la menor cantidad se presenta en el fruto verde (17,2%) e intermedia en el fruto chilillo (32,0%). Este fruto mostró valores bajos de MSPD comparado a otros forrajes como el pasto bermuda (Ramírez, 2004). La importancia de esta variable radica en su alta relación ($r^2=0,99$; $P<0,01$) con la degradabilidad efectiva de la MS.

Cuadro 3. Tipos de materia seca contenida en el fruto cuajilote.

Estado de madurez	Proporción de la materia seca		
	Soluble	Degradable	Indegradable
	----- % -----		
Maduro	14,6a †	29,3a	56,1c
Verde	1,5c	15,7c	82,8a
Chilillo	7,3b	25,2b	67,5b
CV	5,6	4,8	1,4

†Medias con letras distintas en la misma columna diferentes ($P<0,0001$).

Cuadro 4. Inicio y velocidad de degradación de la materia seca degradable contenida en el fruto cuajilote.

Estado de madurez	Inicio de la degradación	Velocidad de degradación
	h	%/h
Maduro	0,0b †	0,04a
Verde	1,8a	0,03b
Chilillo	1,6a	0,03b
CV	4,8	17,0

†Medias con letras distintas en la misma columna diferentes ($P<0,0001$).

Cuadro 5. Digestibilidad potencial y degradabilidad efectiva de la materia seca del fruto cuajilote.

Estado de madurez	Digestibilidad potencial %	Degradabilidad efectiva‡		
		2	5	8
Maduro	42,9a†	34,5a	29,1a	26,4a
Verde	17,2c	10,2c	6,5c	4,9c
Chilillo	32,0b	18,8b	12,0b	9,1b
CV	3,1	1,5	2,8	3,2

†Medias con letras distintas en la misma columna diferentes ($P < 0,0001$).

‡Tasa de pasaje ruminal. 2, 5 y 8 son representativas de consumo bajo, mediano y elevado, respectivamente (ARC, 1984).

Se puede apreciar (Cuadro 5) que la DEMS del fruto maduro es mayor ($P < 0,001$) que la de los frutos verdes y chilillo. La degradabilidad efectiva de la MS es una variable ajustada que indica cual es la degradación real de la MS cuando se considera otros aspectos como inicio y velocidad de degradación de la MS, digestibilidad potencial y principalmente, la tasa de pasaje ruminal de sólidos (Singh *et al.*, 1989).

Con relación a otras gramíneas, la DEMS encontrada en este fruto es menor a la de pastos tropicales como el estrella de África (Rodríguez, 2003), el insurgente (Reyes, 2003) y el bermuda (Ramírez, 2004). Con relación a leguminosas como el heno de alfalfa (García-Castillo, 1997) y de arbustos como el palo verde (Neira, 1994), la cantidad de MS que efectivamente se degradada es aún menor.

Así, las características propias de este fruto (composición química, inicio y velocidad de degradación, digestibilidad potencial, entre otras) tienen un efecto marcado en la cantidad de MS que puede estar disponible para el rumiante que se alimenta de este fruto, encontrándose de manera general que la materia seca de este fruto muestra menor disponibilidad ruminal comparada a otros forrajes tropicales, siendo difícil explicar la elevada avidez de consumo que presenta el ganado que pastorea libremente.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones en las que se desarrolló este experimento se concluye lo siguiente:

A nivel ruminal, la MS degradable del fruto maduro es mayor que la del fruto verde o en chilillos, la cual se empieza a degradar mas pronto y a una velocidad de degradación mayor. No obstante, la elevada proporción de MS indegradable en este fruto indica que es de baja calidad nutricional.

La digestibilidad potencial de MS de este fruto es 20% más elevada en el fruto maduro que en el fruto verde, pero en ambos estados de madurez la degradabilidad efectiva es aproximadamente el 30% de la digestibilidad potencial.

De manera general, los resultados encontrados indican que la disponibilidad ruminal de la MS de este fruto es baja y no resulta una fuente de sustitución para otros forrajes tropicales como los zacates.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. Association of official Analytical Chemist. 15^{ta} ed. Washington, DC. EEUU.
- ARC. 1984. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Agricultural Research Council. Suppl. No. 1. Commonw. Agric. Bur. Roy, Inglaterra.
- Bustamante G.J.J., A.J.F. Villanueva, C.J.A. Bonilla y C.J.V. Rubio. 2002. Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas Suizo pardo en lactación. Tec. Pecu. Méx., 42(3): 477-487.

- García E. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación de Koopen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). UNAM. México.
- García-Castillo C.G. 1995. Composición química, perfil mineral, concentración de ácidos grasos volátiles y degradabilidad ruminal de la materia seca y de la proteína cruda del forraje de 9 zacates del estado de Nuevo León, colectados durante el invierno. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L. México.
- García-Castillo C.G. 1997. Características ruminales, balance de nitrógeno y digestibilidad *in vivo* de borregos suplementados con hojas de arbustos nativos del noreste de México. Reporte de Investigación. 2ª Residencia Anual de la Investigación Científica. Academia de la Investigación Científica, A.C. y CONACyT. Monterrey, N.L. México.
- García-Martínez P.M. 1995. Valor nutritivo y digestibilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda del forraje de 13 hierbas nativas de Nuevo León, colectadas en otoño. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, N.L.
- Goering H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agriculture Research Service, USDA, Agricultural Handbook No. 2, Washington, D.C.
- Gómez C.H., M.A. Tewolde y J.T. Nahed. 2002. Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. Arch. Latinoam. Prod. Anim., 10(3): 175-183.
- Herrera H.J.G. y S.A. Barreras. 2005. Manual de procedimientos Análisis estadístico de experimentos pecuarios (Utilizando el programa SAS). 2ª ed, Colegio de Postgraduados. Edición Martínez S.J.A. México, D.F.
- INEGI. 1992. El sector alimentario en México. Mexico, D.F.
- Jiménez M.A. 1989. La producción de forrajes en México. Auch-Fira/Banco de México.
- Martínez R.J.M. y D.J.R. González. 1992. Agrupación de 14 colectas de *Macroptilium atropurpureum* por características de vaina. Memoria. Resúmenes 14 Congreso Nacional de Fitogenética. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México.
- McDonald I. 1981. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. J. Agric. Sci., 96: 251-252.
- Mokoboki H.K., L.R. Ndlovu, J.W. Ng'ambi, M.M. Malatje y R.G. Nikolova. 2005. Nutritive value of Acacia tree foliages growing in the Limpopo province of South Africa. South Afr. J. Anim. Sci., 35(4): 221-228.
- Neira R.R. 1994. Composición química y digestibilidad *in situ* de la proteína de 15 arbustos nativos del Noreste de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L. México.
- Orskov E.R. e I. McDonald. 1989. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., 92: 499-503.
- Ramírez M.G. 2004. Proporción de materia seca degradable en rumen del zacate Bermuda (*Cynodon dactylon*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Reyes M.R. 2003. Degradación ruminal de la materia seca del zacate Insurgente (*Brachiaria brizantha*) colectado en época de lluvias en una región cálida húmeda. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Rodríguez T.J.A. 2003. Proporción de materia seca degradable y velocidad de degradación en rumen del zacate Estrella de África (*Cynodon plactostachyus*). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán, Chiapas, México.
- Rojo R.R., M.G.D. Mendoza, B.C.M. García, G.J.R. Bárcena e I.E.M. Aranda. 2000. Consumo y digestibilidad de pastos tropicales en toretes con

- suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae*. Rev. Fac. Agron. LUZ, 17: 358-370.
- Singh B.H., P.S. Makkar y S.S. Negi. 1989. Rate and extend of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various trees leaves. J. Dairy Sci., 72: 3233-3239.
- Steel R.G.D y J.C. Torrie .1980. Principles and Procedures of Statistics. 2^{da} ed. McGraw-Hill, New York, NY.
- Torres N.J.A., L.R.G. Ramírez y J. Zarate. 1993. Perfil nutricional y digestibilidad *in situ* del forraje de arbustos nativos del noreste de México. Memorias II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre agroforesteria con rumiantes menores. San José, Costa Rica.
- Vant Soest P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books, Corvallis, OR.