

DEGRADABILIDAD RUMINAL DE DISTINTOS COMPONENTES DE LA PLANTA DE TAGASASTE (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) MEDIANTE EL USO DE LA TÉCNICA DE NOVILLOS FISTULADOS EN EL RUMEN¹

Ruminal degradability of different components of the tagasaste plant (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) using steer with ruminal fistula technique

Susana Arredondo S.²; Ernesto Jahn B.² y Carlos Ovalle M.²

SUMMARY

Chemical composition and *in situ* degradation of five different components of tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*); new leaf, mature leaf, soft stem, ripe stem less than 1 cm in diameter and ripe stem greater than 1 cm in diameter, were evaluated.

Four Holstein steers, with ruminal fistulae were used. Food samples were incubated in the animals for: 3, 6, 10, 16, 24, 48 and 72 hours.

The animals received between 2 and 3,8 kg DM tagasaste steer day, for a period of 21 days, before and during the evaluation, in order to get used to the tagasaste.

Leaves had the highest CP content (20.0%) and the lowest ADF (19.8%). Lig, A and ME in leaf contents were 7.3, 5.4 and 2.6% respectively. The nutritive value for stems decreased according to the maturity stage; the CP content decreased from 12.5 to 4.0%, while ADF content increased from 42.1 to 59.7% for soft stem.

The potential maximum values (%) of ruminal degradability, of the different variables analyzed, were obtained for leaves, the degradability at 72 hours were 86.1%, 86.7%, 64.1% and 91.3%, for DM, CP, ADF, and ME respectively. The ruminal degradability decreased for the soft stem, the maximum values of degradability at 72 hours incubation, were 60.8, 61.7, 50.5 and 70.2% for DM, CP, ADF and ME, respectively. The ripe stem, on the other hand, were the components of tagasaste plant that present the lowest values of ruminal degradability for the different variables analyzed.

In accordance with the results obtained, the new and mature leaves of tagasaste, have a high nutritive value, soft stems have a lower quality, and the ripe stems less and greater than 1 cm of diameter have a limited nutritive value.

Key words: Tagasaste, ruminal degradability, nutritive value, chemical composition, fodder shrub.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes para la producción animal en las zonas mediterráneas de Chile central es la ausencia de crecimiento de las praderas en el periodo estival, a causa de la sequía. En consecuen-

cia, los requerimientos de los animales en ese periodo son cubiertos sólo parcialmente por el aprovechamiento de las praderas naturales y/o por el uso de rastrojos de cereales y leguminosas. Sin embargo, existen problemas de disponibilidad, pues es necesario proveer reservas para cinco o más meses de escasez estival, periodo en el que se producen pérdidas de materia seca por destrucción del material reseco en pie, y una caída brusca de la calidad y del consumo. Este problema de alimentación es especialmente crítico en otoños con inicio tardío de precipitaciones.

¹Recepción de originales: 25 de octubre de 1995.

Trabajo presentado en la XX Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Coquimbo, Chile. 19 y 20 de octubre de 1995.

²Centro Regional de Investigación Quilamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

Lo anterior ha llevado a buscar especies vegetales que, subsistiendo a las condiciones de sequía estival, puedan tener un uso diferido del forraje verde en verano y en otoño-invierno, y que además puedan integrarse dentro de sistemas agrosilvopastorales (Ovalle *et al.*, 1993).

En el contexto de un programa de investigación, búsqueda y selección de arbustos y árboles forrajeros, el tagasaste o alfalfa arbórea (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*), es una de las especies con mejores expectativas para ser integradas a los sistemas de producción ganadera de áreas de secano. Esta especie es un pequeño árbol forrajero de la subfamilia Papilionaceas, Leguminosas que pueden alcanzar una altura de 5-6 m (Snook, 1961). Es originaria de la isla de La Palma, en el archipiélago de las Canarias, donde crece en altitudes de 500 a 1200 m.s.n.m., en un área con precipitaciones anuales de 500 a 700 mm, y 4 a 5 meses de sequía de verano (Ortega *et al.*, 1990). Estos ambientes son similares a las áreas de secano de las VII y VIII Regiones del país (Ovalle *et al.*, 1992).

La planta es capaz de producir grandes cantidades de materia seca consumible en áreas donde otras especies forrajeras presentan serias limitantes. Las hojas permanecen en la planta por largos periodos de tiempo pudiendo utilizarse como alimento de reserva (Borens, 1986).

La planta de tagasaste tiene el potencial para ser utilizado en sistemas de producción animal, ya que posee un alto contenido de proteína (21-24%) en el forraje consumible (Poppi, 1982; Borens, 1986; Snook, 1989), manteniendo el peso del animal o reduciendo las pérdidas de peso vivo en los animales que consumen forrajes de baja calidad, o durante periodos de largas sequías (Borens, 1986). Además, la digestibilidad *in vitro* (Borens y Poppi, 1985; Borens, 1986), e *in situ* (Lambert *et al.*, 1989) de la materia seca para las hojas oscila entre un 77 a 82% y la digestibilidad *in vitro* para los tallos consumibles de tagasaste varía entre un 46 y 59% (Borens, 1986).

Los objetivos de este estudio fueron evaluar la composición química del tagasaste como forraje; la digestibilidad y tasa de degradación ruminal de distintos componentes de la planta, utilizando la técnica *in situ* en novillos Holando Americano fistulados en el rumen.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental Santa Rosa, del Centro Regional de Investigación Quilamapu (INIA) Chillán, entre los meses de octubre y diciembre de 1994 se

realizó la presente investigación tendiente a evaluar la digestibilidad de tagasaste, usándose la técnica *in situ*. Para ello se dispuso de 4 novillos Holando Americano, con fístula ruminal. Estos animales fueron estabulados con el propósito de dirigir su alimentación durante el ensayo.

Manejo de la alimentación

Se realizaron periodos de acostumbramiento antes y durante la fase de evaluación, con una duración total de 21 días. El manejo alimenticio se dividió en dos fases, la primera de 5 días de duración, tuvo por objeto iniciar el acostumbramiento de los animales al consumo de tagasaste. Para ello se proporcionaron 2 kg m.s. de tagasaste/novillo/día. En la segunda fase, la cual tuvo una duración de 16 días, se aumentó la cantidad de tagasaste a 3,8 kg m.s./novillo/día. La dieta de los animales fue además complementada con 8-12 kg de ensilaje de maíz, 2-3,8 kg de heno de ballica y 0,2-0,5 kg de lupino/animal/día respectivamente; además de un suplemento de vitaminas y minerales.

Determinación de la digestibilidad

El sustrato sujeto a análisis correspondió a distintas partes de la planta de tagasaste, la cual desde el punto de vista fenológico se encontraba en la fase de foliación y brotación. Estas partes fueron clasificadas en cinco tipos de componentes: hojas nuevas (HN), hojas maduras (HM), tallos tiernos (TT), tallos lignificados menores a un centímetro de diámetro (TL<1cm) y tallos lignificados mayores a un centímetro de diámetro (TL>1cm).

La degradabilidad ruminal de los distintos alimentos fue estudiada a través de la degradación de la materia seca (MS), la proteína cruda (PC) y la fibra detergente ácido (FDA) desde bolsas dispuestas en el rumen de los animales.

Las muestras se incubaron en los tiempos de: 3, 6, 10, 16, 24, 48 y 72 horas. La introducción de las bolsas se hizo incorporando primero las bolsas de 72 horas, 48, 24, 16, 10, 6 y 3 respectivamente, de tal forma de remover el conjunto de bolsas incubadas al mismo tiempo.

La incubación se realizó en bolsas nylon de 9 x 15 cm, con porosidad de 1600 orificios/cm², conteniendo cada bolsa en su interior 5 g de material incubante.

Cada componente del tagasaste se incubó 6 veces para cada tiempo. De esta manera, se utilizaron los 4 animales y los dos faltantes se eligieron al azar entre los mismos.

Al final de cada intervalo de inoculación, las bolsas fueron removidas desde el rumen de los animales y lavadas con agua potable en forma manual. Luego en el laboratorio, las bolsas fueron nuevamente lavadas, para remover las partículas adheridas al nudo que las sujeta.

Posteriormente las muestras se llevaron al horno de aire forzado a 80 °C por 4 horas y luego a 65 °C por 32 horas, para luego ser sometidas a análisis químico con el fin de estimar la tasa de degradación de los distintos componentes.

Análisis de laboratorio

La evaluación de la degradación, se hizo de acuerdo al residuo que quedó en las bolsas luego de cada periodo de digestión ruminal para los cinco componentes de la planta.

El contenido de materia seca y la tasa de degradación de ella, fueron obtenidas por la diferencia entre la cantidad inicial incubada y de la que quedó en la bolsa después de la incubación.

La proteína cruda se determinó mediante el método micro-Kjeldahl (A.O.A.C., 1970) y la fibra detergente ácido, y lignina por el método de Van Soest (Van Soest, 1963). El contenido de cenizas fue determinado por calcinación en una mufla a 450 °C y la energía metabolizable (EM) presente en cada tipo de alimento, fue estimada a partir de la FDA, contenida en cada muestra, según fórmulas del laboratorio de Producción Animal de INIA Quilamapu.

Las medias de los valores de degradación de los componentes de los alimentos fueron sujetos a un ajuste de mínimos cuadrados para obtener las constantes de la curva, descrita por Orskov y McDonald (1979).

$$P = a + b (1 - e^{-ct})$$

donde:

P = Porcentaje del alimento desaparecido al tiempo "t".

a = Fracción rápidamente degradable.

b = Segunda fracción de degradación más retardada.

c = Tasa constante de degradación de la fracción "b".

t = Tiempo de incubación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química

El contenido de PC de las hojas de tagasaste es alto, de aproximadamente un 20% con una leve superioridad de las hojas nuevas en relación a las hojas maduras, valores que son similares a los señalados por Borens (1986) y Poppi (1982), quienes describen contenidos de proteína cruda para las hojas de tagasaste entre un 22 a 24%.

Los contenidos de PC señalados para las hojas de tagasaste son comparables con heno de alfalfa y trébol rosado, para los cuales se señalan contenidos de proteína de 18 y 22% respectivamente (NRC, 1984). El contenido de fibra detergente ácido (FDA), es de aproximadamente un 20% (Cuadro 1).

En relación a los tallos tiernos, estos poseen contenidos de PC inferiores a las hojas (12,5%), con un contenido de FDA superior (42,1%). Por otra parte, los tallos maduros o lignificados poseen un nivel de PC de entre un 6,5 y 3,8% y el contenido de FDA aumenta a valores de entre un 55,0 y 59,7% para los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, respectivamente.

CUADRO 1. Composición química de los componentes de la planta de tagasaste

TABLE 1. Chemical composition of different components of the tagasaste plant

Alimento	Proteína (%)	Fibra Detergente Ácido (%)	Lignina (%)	Ceniza (%)	Energía Metabolizable (Mcal/kg de m.s.)
Hoja tierna	21,0	19,7	7,2	5,7	2,64
Hoja madura	20,3	19,8	7,3	5,0	2,64
Tallo tierno	12,5	42,1	7,9	4,2	2,06
Tallo lignificado < 1 cm	6,5	55,0	11,2	2,4	1,69
Tallo lignificado > 1 cm	3,8	59,7	12,1	1,2	1,55

A mayor madurez del material, los contenidos de lignina aumentan y la ceniza disminuye. Es así como el contenido de lignina de las hojas y tallos tiernos varía entre un 7,2 y 7,9% respectivamente, llegando hasta aproximadamente un 12% en los tallos lignificados, lo cual concuerda con contenidos de lignina señalados para las hojas y los tallos de tagasaste, los cuales varían entre 6,4 y 9,8% respectivamente (Lambert *et al.*, 1989).

Con respecto al contenido de ceniza en las hojas tiernas y maduras, éste varía de 5,7 a 5,0% respectivamente, en los tallos tiernos el contenido es de 4,2% y en los más lignificados el contenido de cenizas desciende a valores de entre 2,4 y 1,2%.

Degradabilidad de los componentes

Degradabilidad de la materia seca

Las hojas lograron su máximo nivel de degradabilidad en el último tiempo de incubación (72 hrs), alcanzando niveles asintóticos para valores de 85,1 y 87,2% para las tiernas y maduras, respectivamente (Figura 1).

La diferencia de dos puntos porcentuales en la digestibilidad de ambas pudo deberse a la presencia de brotes en el alimento compuesto por las hojas tiernas, ya que al seleccionar las hojas nuevas, éstas se encuentran en los ápices y, por lo tanto, al extraerlas también se corta parte del tallo tierno, mezclándose de esta forma con las hojas nuevas, produciéndose así un leve descenso en la digestibilidad de éstas, en relación a las hojas maduras.

Lambert *et al.* (1989), en un trabajo con vacas utilizando el método *in situ*, determinaron valores similares de degradación de la materia seca, en hojas de tagasaste, aun cuando sólo utilizaron 48 horas de incubación como tiempo máximo, logrando un 79% de degradación de la materia seca, similar al encontrado en las hojas en igual tiempo.

Los resultados obtenidos para las hojas de tagasaste son comparables con valores de degradabilidad de materia seca (*in situ*) en ensilaje de maíz y heno de alfalfa, los cuales a las 48 horas de incubación presentan una degradación de alrededor de un 70% (Robert, 1993). González *et al.* (1990), en un trabajo realizado con ovejas utilizando el mismo método

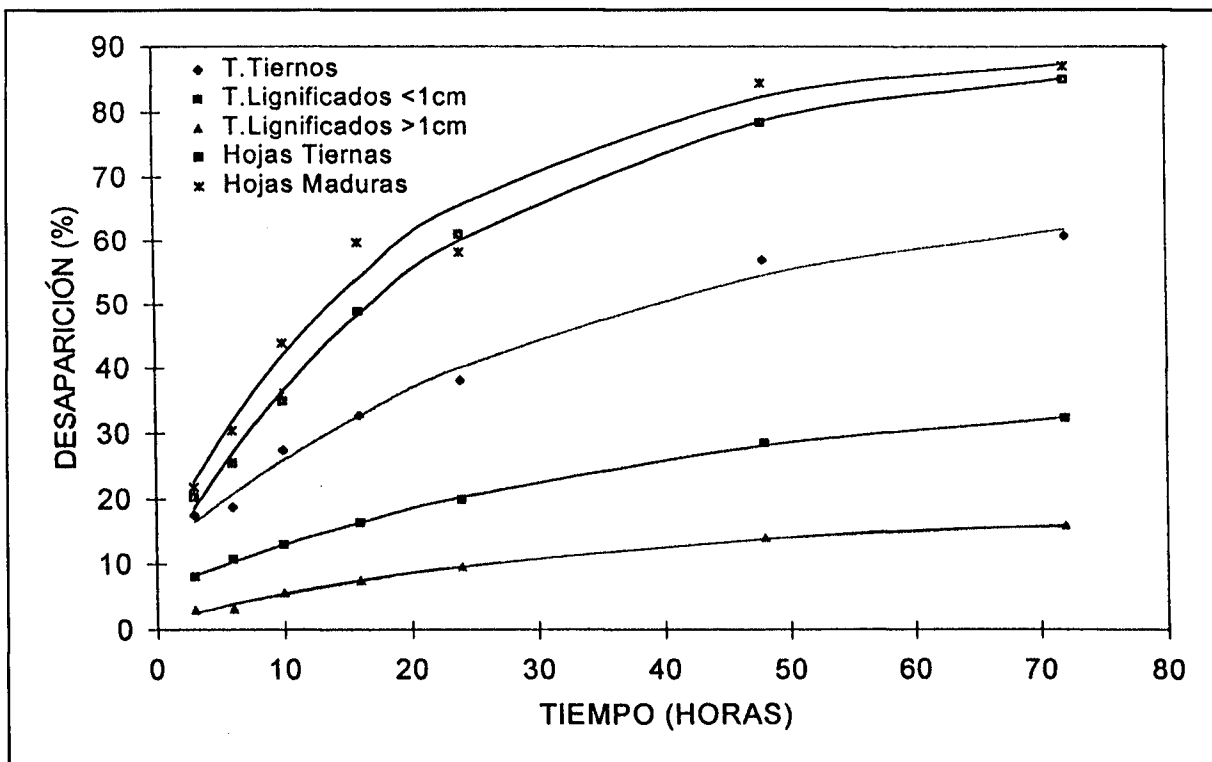


FIGURA 1. Degradabilidad ruminal (%) de la Materia Seca en hojas y tallos de Tagasaste.

FIGURE 1. Ruminal degradability (%) of Dry Matter in leaves and stem of Tagasaste plant.

obtuvo valores de degradabilidad de la materia seca en heno de alfalfa de aproximadamente un 74% a las 48 horas de incubación. Estos valores son menores a los alcanzados por las hojas de tagasaste a igual tiempo de degradación (78-84%); esto se debe probablemente al hecho de que el heno de alfalfa contiene también tallos, lo que hace disminuir su degradabilidad.

Los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, fueron los componentes que presentaron la mayor resistencia digestiva frente a la acción degradativa efectuada por los microorganismos ruminales, logrando una degradabilidad de sólo un 15,9% a las 72 horas de incubación.

La baja degradabilidad mostrada por los tallos menores y mayores a un centímetro de diámetro, estimadas desde las 3 a las 72 horas de incubación, versus las hojas y los tallos tiernos, se debe a un mayor contenido de pared celular, para los dos primeros alimentos, lo cuál hace más lenta su digestión (Figura 1).

Degradabilidad de la Proteína

En la Figura 2, se presentan las curvas de degradabilidad de la proteína al interior de las bolsas nylon en

los cinco tipos de alimento, las que resultaron ser muy similares para hojas nuevas y hojas maduras, existiendo diferencias para tallos tiernos, tallos menores a un centímetro de diámetro y tallos mayores a un centímetro de diámetro, los cuales presentaron una tasa de degradabilidad substancialmente menor.

Las hojas lograron los máximos valores de desaparición de PC, entre un 85,2 y 88,2% a las 72 horas de incubación. Estos valores son similares a los señalados por Robert (1993), quien determinó con la técnica *in situ*, valores de degradabilidad de la proteína de 82 y 70% en heno de alfalfa y ensilaje de maíz, respectivamente a las 48 horas de digestión.

Pinilla (1994), señala que la digestibilidad proteica aparente (*in vivo*) de harina de pescado, es de un 81% aproximadamente, lo cual es comparable con la degradabilidad lograda por las hojas de tagasaste a las 72 horas de incubación.

De acuerdo a lo que se aprecia en la Figura 2, las curvas de degradabilidad de la PC, para las hojas de tagasaste, muestran que el proceso de lisis bacteriana en el rumen de los animales (Kaufmann y Saelser, 1976), ocurre en forma lenta y gradual, de acuerdo al tiempo de exposición de estos alimentos a

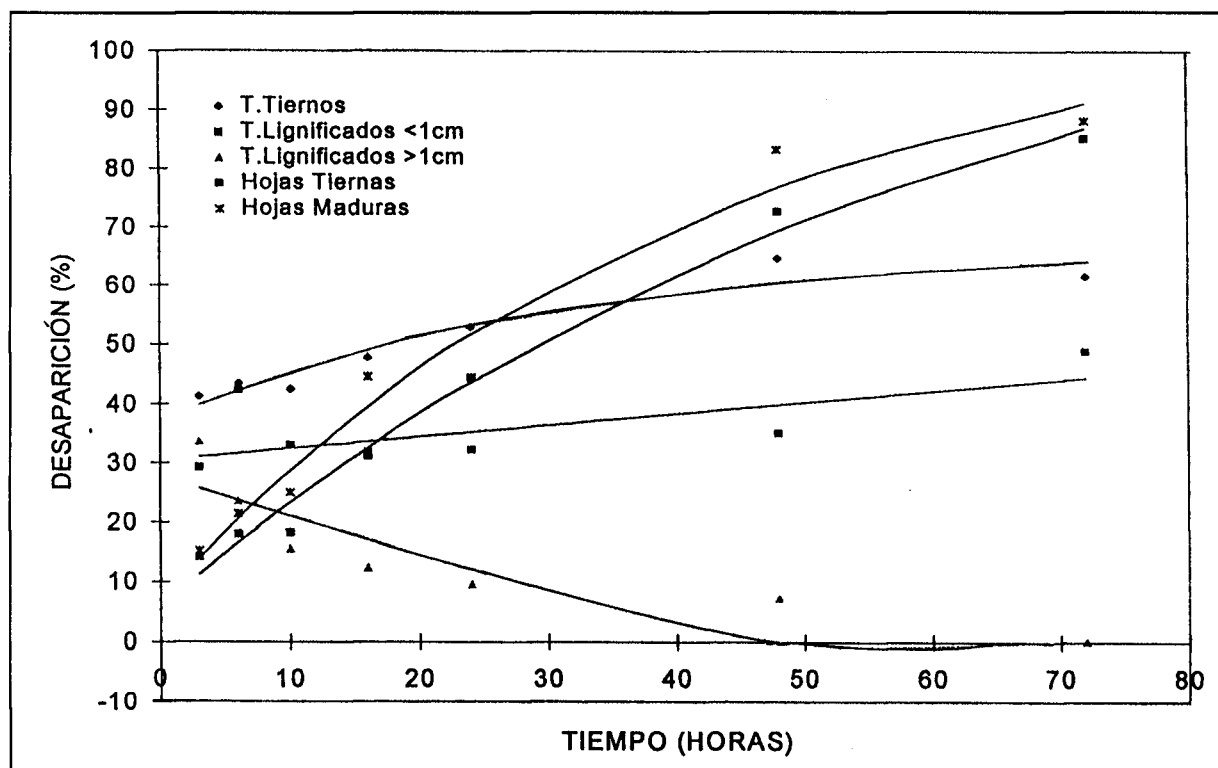


FIGURA 2. Degradabilidad ruminal (%) de la Proteína en hojas y tallos de Tagasaste.

FIGURE 2. Ruminal degradability (%) of Protein in leaves and stem of Tagasaste plant.

la acción del líquido ruminal; de esta forma el animal utilizará de mejor forma la proteína que estaría, por lo tanto, disponible para el tracto digestivo inferior.

Los tallos tiernos y lignificados obtuvieron valores de degradabilidad de la PC menores a los valores logrados por las hojas a las 72 horas de incubación, siendo estos de sólo un 61, 48 y 0% para tallos tiernos, tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, respectivamente.

Los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro no presentaron degradabilidad de PC, debido a que el contenido de nitrógeno del rumen es mayor al presentado por estos y, por lo tanto, la desaparición se hace negativa, ya que el nitrógeno comienza a ingresar a las bolsas, deteniendo así su desaparición desde éstas.

Degradabilidad de la Fibra Detergente Ácido

Los cinco distintos tipos de componentes de la planta analizados, tuvieron un comportamiento diferente en sus contenidos de lignocelulosa (Figura 3).

Los máximos valores de degradabilidad, se obtuvieron en aquellas bolsas introducidas con una permanencia de 72 horas. Las hojas lograron valores de 62 y 66%; los tallos tiernos alcanzaron un valor de 50%; en cambio, los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro, sólo lograron un 25 y 14% de degradabilidad, respectivamente. Este comportamiento de los alimentos es atribuible a que la lignocelulosa presente en las hojas es menor que la contenida en los tallos (Cuadro 1); en consecuencia los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, presentan un mayor contenido de pared celular, lo cual asociado a un mayor grado de lignificación, hacen más lenta su degradación. Por otra parte, Hansen *et al.* (1991) (citado por Pinilla, 1994), señalan que la baja degradabilidad observada en dietas con elevados contenidos de fibra, se debe a una exacerbación de la población bacteriana fermentadora de fibra, que causa un aumento de la excreción fecal de biomasa microbiana. De esta forma los materiales más fibrosos presentan una menor degradabilidad, como es el caso de los tallos lignificados, los cuales presentan una degradabilidad de la FDA desde las 3 a las 72 horas de incubación de entre un 1,6 a 25%, aproximadamente.

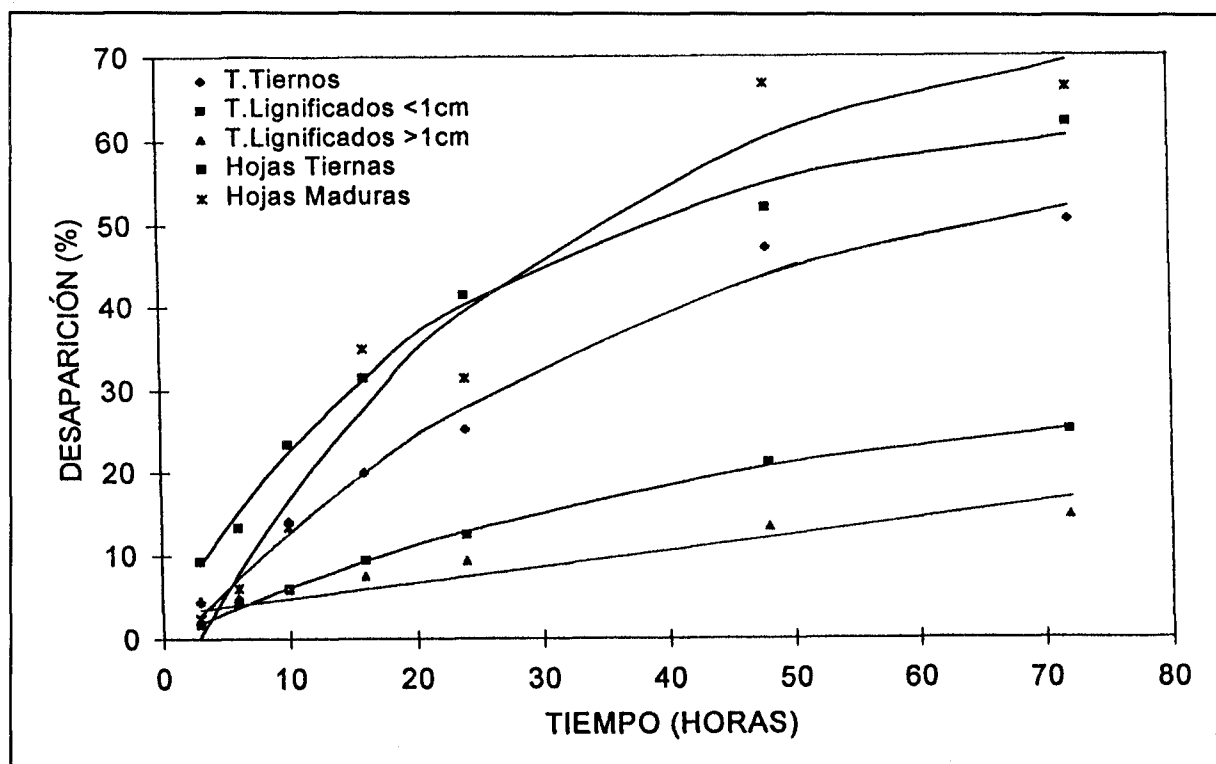


FIGURA 3. Degradabilidad ruminal (%) de la Fibra Detergente Ácido en hojas y tallos de Tagasaste.

FIGURE 3. Ruminal degradability (%) of Acid Detergent Fiber in leaves and stem of Tagasaste plant.

La tasa de degradación ruminal presentada por la FDA, fue menor a la presentada para todos los otros componentes analizados; ya que la cantidad de sustrato degradado por unidad de tiempo, es menor para todos los tiempos de digestión ruminal, en comparación a la tasa de degradación de los demás componentes.

Degradabilidad de la Energía

En las hojas de tagasaste, la degradabilidad de la energía fue mayor a través del tiempo logrando un 92% a las 72 horas de incubación, seguida por los tallos tiernos con un 70%; quedando bajo estos valores los tallos lignificados menores a 1 cm de diámetro con un 47% y sólo con un 15% de degradabilidad los tallos mayores a 1 cm de diámetro (Figura 4).

La degradabilidad de la energía metabolizable fue mayor para las hojas que para los tallos, desde las 3 a las 72 horas de incubación, observándose valores de entre un 24-92% para las hojas; 31-70% para los tallos tiernos; 24-47% para los tallos lignificados menores a 1 cm de diámetro y 13-28% para los tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro, respectivamente.

Los valores de degradabilidad de las fracciones químicas de los distintos alimentos analizadas para los distintos tiempos de digestión resultaron ser diferentes entre sí, debido a que ocurre un aumento del potencial de digestión a través del tiempo (Figuras 1, 2, 3, 4). Al respecto, Mehrez y Orskov (1977), indican que el proceso de digestión no es instantáneo, sino un proceso dinámico que ocurre como una función del tiempo de exposición de los alimentos a la acción digestiva del rumen.

CONCLUSIONES

La planta de tagasaste en su composición química, presenta un alto contenido de proteína en sus hojas, mientras que el contenido de fibra es medio. Los tallos poseen un menor contenido de proteína en relación a las hojas, y el contenido de fibra detergente ácido es considerablemente superior. A medida que se avanza en el estado de madurez, los contenidos de lignina aumentan y la ceniza disminuye.

Los distintos componentes de la planta de tagasaste analizados poseen un comportamiento diferente en sus tasas de degradación desde las bolsas nylon frente al proceso de digestión.

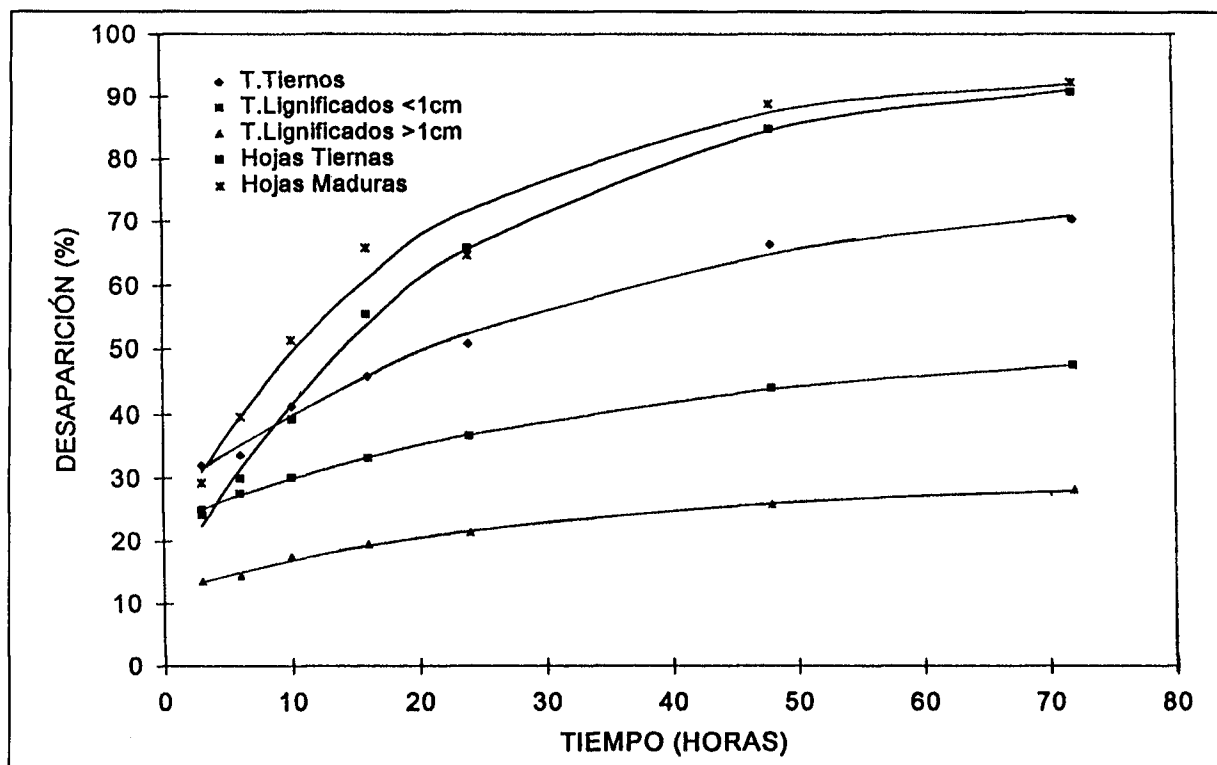


FIGURA 4. Degradabilidad ruminal (%) de la Energía Metabolizable en hojas y tallos de Tagasaste.

FIGURE 4. Ruminal degradability (%) of Metabolizable Energy in leaves and stem of Tagasaste plant.

Las hojas nuevas y maduras de tagasaste, fueron los alimentos que tuvieron la mayor degradación de materia seca, proteína cruda, fibra detergente ácido y energía metabolizable; en cambio, los tallos lignificados fueron los que obtuvieron los menores valores de desgradación de estos componentes, dejando a los tallos tiernos en una categoría intermedia.

Las hojas nuevas y maduras de tagasaste, presentan un alto contenido de proteína cruda y alta digestibilidad de la materia seca, comparable con henos de otras leguminosas forrajeras tales como alfalfa y trébol rosado. Los tallos tiernos presentan una calidad menor y los tallos lignificados menores y mayores a 1 cm de diámetro poseen un escaso valor nutritivo.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar la composición química y el comportamiento degradativo *in situ* de distintos componentes de la planta de tagasaste. Los componentes de la planta considerados fueron: hojas nuevas, hojas maduras, tallos tiernos, tallos lignificados menores a 1 cm de diámetro y tallos lignificados mayores a 1 cm de diámetro.

Los resultados más relevantes de acuerdo a la composición química de los distintos componentes de la planta fue el alto contenido de proteína cruda (PC) (20,0%) para las hojas, y su relativamente bajo contenido de fibra detergente ácido (FDA) (19,8%). Los tallos presentan un menor valor nutritivo; el contenido de PC disminuye entre un 12,5 y 4,0%; mientras que el contenido de FDA aumenta entre un 42 y 59% para los tallos tiernos y lignificados.

Los máximos valores potenciales de degradabilidad lo presentaron las hojas, a las 72 horas de incubación, alcanzando valores de aproximadamente 86% para la materia seca (MS), 87% para PC, 64% para FDA y 91% para la energía metabolizable (EM). Los tallos tiernos, presentaron una menor degradabilidad, logrando valores de 60, 61, 50 y 70% para MS, PC, FDA y EM, respectivamente. Los tallos lignificados, fueron por su parte, los componentes de la planta que presentaron los menores valores de degradabilidad para los distintos parámetros analizados.

Palabras claves: Tagasaste, degradabilidad ruminal, valor nutritivo, composición química, arbusto forrajero.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1970. Official methods of analysis (11 th Ed) AOAC, Washington, D.C.
- BORENS, F. 1986. The nutritive and feeding value of tagasaste (*Chamaecytisus palmensis*). Thesis (Ms Sci). Lincoln College, New Zealand University of Canterbury, Department of Animal Science. 76 p.
- BORENS, F. and POPPI, D.P. 1985. The feeding value of tagasaste. (*Chamaecytisus palmensis*) IN: Logan L.A.; Radcliffe J.E. eds. Fodder Trees. A summary of current research in New Zealand. New Zealand Crop Research Division DSIR. Report Nº 106: 43-45.
- GONZÁLEZ, D.; RUIZ, M.; ROMERO, F. y; PEZO, D. 1990. Recomendaciones sobre la utilización de los métodos *in vitro*, *in situ* y enzimático en el estudio de la digestión de alimentos. En: Ruiz E., Manuel; Ruiz Arnoldo. Nutrición de rumiantes: guía metodológica de investigación. San José, Costa Rica, IICA. p.: 127-139.
- KAUFMANN, W. y SAELZER, V. 1976. Fisiología digestiva aplicada del ganado vacuno. Zaragoza, Edit. Acribia. p.: 23-31.
- LAMBERT, M.G.; JUNG, G.A.; HARPSTER, H.W.; BUDDING, P.J. and WEWALA, G.S. 1989. Forage shrubs in North Island hill country. 3. Forage digestibility New Zealand Journal of Agricultural Research. 32(4): 491-497.
- MEHREZ, A.Z. and ORSKOV, E.R. 1977. Study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal of Agricultural Science, Cambridge. 88: 645-650.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 90 p.
- ORSKOV, E.R. and McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. Journal of Agriculture Science. 92: 499-503.
- ORTEGA, F.; MENDEZ, P.; FERNANDEZ, M. y SANTOS, A. 1990. (*Chamaecytisus proliferus* (L.F.) Link spp. (Christ Kunkel). Una leguminosa forrajera arbustiva originaria de la isla de la Palma. Revista Canarias Agrarias y Pesqueras. (8): 328-332.
- OVALLE, C.; ARONSON, J.; ALVAREZ, H.; MENESES, R. y NEIRA, L. 1993. Alfalfa arbórea o tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* spp. *palmensis*) un árbol forrajero leguminoso con potencial para sistema agrosilvopastorales en Chile mediterráneo. Agricultura Técnica 53(3): 264-271.

- OVALLE, C.; ARONSON, J.; AVENDAÑO, J.; ALVAREZ, H.; MENESES, R. y NEIRA, L. 1992. Alfalfa arbórea o tagasaste; un árbol forrajero leguminoso promisorio para sistemas agroforestales. *Investigación y Progreso Agropecuario Quilamapu* (42): 37-40.
- PINILLA, S.J. 1994. Comparación de métodos *in vitro* e *in vivo* para evaluar la calidad nutricional de distintas harinas de pescado. Tesis (Ing. Agr). Santiago, Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía. 76 p.; Sum (En, Es).
- POPPI, D.P. 1982. An evaluation of tree lucerne as feed for animals. *Tree lucerne in New Zealand. Proceedings. New Zealand, Crop Research Division DSIR.* 4 p.
- ROBERT, O. M. 1993. Digestibilidad *in situ* de heno de alfalfa y ensilaje de maíz bajo dos condiciones ruminales inducidas mediante la alimentación. Tesis (Ing. Agr). Chillán, Universidad de Concepción, Fac. Ciencias Agropecuarias y Forestales. 59 p.; 37 ref. Sum (En, Es).
- SNOOK, L.C. 1961. Tree lucerne; a fodder crop which has been overlooked Western Australia Department of agriculture. Leaflet Nº 2103. 6 p.
- SNOOK, L.C. 1989. Tagasaste (Tree lucerne): *Chamaecytisus palmensis*. A browse shrub which will increase production from grazing animals, *Animal Production in Australia.* 15: 589-592.
- VAN SOEST, P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Off. Agric. Chem.* 46: 829-834.