

## Caracterización fitoquímica y bromatológica de la *Thalassia testudinum* usada en alimentación de ovinos pelibuey de Cuba (*Ovis aries*)\*

Luis Yero Espinosa [lyero@udg.co.cu](mailto:lyero@udg.co.cu)

Yenys Rodríguez Fernández [yrodriguezfernandez@udg.co.cu](mailto:yrodriguezfernandez@udg.co.cu)

Nelson David Pérez Sosa [nperezs@udg.co.cu](mailto:nperezs@udg.co.cu)

Especialidad: Licenciatura en Agronomía

Universidad de Granma (Cuba).

**Resumen:** Se evaluaron las características fitoquímicas y la presencia de metabolitos secundarios en la *Thalassia testudinum* con la que se alimentó a 40 ovinos machos pelibuey de Cuba, destetados a los 120 días y divididos en cuatro tratamientos. Se incluyó en la dieta de tres de ellos hojas tiernas del pasto marino *Thalassia testudinum* y hojas y tallos tiernos de la leguminosa *Leucaena leucocephala*. La investigación fue desarrollada en la finca "Los Morenos" en el municipio de Media Luna de la provincia de Granma. La metodología empleada fue un diseño completamente aleatorizado. Se determinó la presencia de metabolitos secundarios como: cumarinas, quinonas, azúcares reductores, fenoles, taninos, grupos  $\alpha$ -aminos, flavonoides, glucósidos cardiotónicos, catequina, triterpenos y/o esteroides, alcaloides, polisacáridos, antocianidinas. Se comprueba mayor cuantía de alcaloides y grupos  $\alpha$ -aminos.

**Palabras clave:** Características fitoquímicas; metabolitos secundarios; *Thalassia testudinum*; alimentación animal; ganado ovino.

---

\* Recibido: 3 enero 2017 / Aceptado: 18 junio 2017.

## **Phytochemical and bromatological characterization of *Thalassia testudinum* used in the feeding of pelibuey sheep from Cuba (*Ovis aries*)**

**Abstract:** The research was developed in the property "Los Morenos" in the municipality Media Luna in Granma province had as purpose to evaluate some characteristic phytochemical and presence of secondary metabolites in *Thalassia testudinum* with wich fed to 40 ovines male pelibuey of Cuba weaned to the 120 days and divided in four treatments, it was included in the diet of three, of them tender leaves of the seagrass *Thalassia testudinum* and leaves and tender shafts of the leguminous *Leucaena leucocephala*. The used methodology was a totally randomized. The presence of secondary metabolites was also determined as (cumarins, quinonas, sugars reducers, phenols, tannins, groups  $\alpha$ -amines, flavonoids, glycosides cardiotónicos, catequina, triterpenos and steroids, alkaloids, polysaccharides, antocianidinas) in what was determined bigger quantity of alkaloids and groups  $\alpha$ -amines.

**Key words:** characteristic phytochemical; secondary metabolites; *Thalassia testudinum*; animal feeding; sheep.

## Introducción

Las costas de Cuba son ricas en algas de muchas especies y plantas marinas que se pueden emplear en la alimentación de la masa pecuaria, conjuntamente con leguminosas y gramíneas. Los recursos marinos como las algas y fanerógama *Thalassia testudinum* son pocos empleados en la alimentación tanto humana como animal, ya que no existe una cultura alimentaria en este sentido, por lo que las potencialidades y bondades que brinda la naturaleza no son aprovechadas.

Para emplear los recursos marinos a plenitud en la alimentación humana y animal, de forma correcta y sin daño, es preciso conocer la presencia de metabolitos secundarios para aprender su efecto limitante. Estas acciones se manifiestan principalmente en animales monogástricos y no en rumiantes, por la acción que ejercen las bacterias del estómago en la degradación de estos principios conocidos como Factores Antinutricionales FAN que, según Van Soest (1994), son elaborados por las plantas para prevenir la depredación por los herbívoros, insectos, hongos y virus.

La acción de los FAN no solo consiste en interferir con el aprovechamiento de los nutrientes, sino que en varios casos promueve pérdidas importantes de proteína endógena y, en algunas ocasiones, produce daños al organismo del animal que los consume.

Los factores antinutricionales pueden clasificarse como termoestables y termolábiles. Los factores termoestables incluyen: factores antigénicos, oligosacáridos y aminoácidos no proteicos tóxicos, saponinas, estrógenos, cianógenos, fitatos; siendo los más importantes los factores antigénicos, los oligosacáridos, las saponinas y los fitatos. Entre los factores termolábiles se encuentran: los inhibidores de proteasas (tripsina y quimotripsina), lectinas, goitrogénicos y antivitaminas; siendo los más importantes los inhibidores de proteasas y las lectinas (Belmar & Nava, 2005; Belmar, 2001).

Esta investigación tiene como objetivo conocer las características fitoquímicas y bromatológicas del pasto marino *Thalassia testudinum* para su posterior empleo como alimento alternativo en los animales.

## Materiales y métodos

### Localización experimental

La investigación se llevó a cabo en la finca "Los Morenos", del municipio de Media Luna, ubicada a 2 km al norte de la provincia de Granma; la cual limita al norte con el golfo de Guacanayabo, al este con el Consejo popular "El Carmen", al sur con la UBPC "El Bongo" y al oeste con el río Vicana. Está ubicada en una zona llana con altitud de 9 msnm, longitud 77,4430° W y latitud 20,152030° N.

Tabla 1. Precipitaciones y temperaturas media del municipio de Media Luna durante el período experimental

Variables	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Precipitaciones (mm)	11,0	16,0	105,9	6,0	0,0	14,0
Temperatura media (°C)	23,2	25,4	24,0	26,2	26,6	28,7

Durante el experimento las precipitaciones totales fueron de 152,9 mm y como promedio 25,48 mm, mientras que la temperatura media fue de 25,68 °C. Geomorfología: La topografía se caracteriza por ser plana a ligeramente ondulada, con pendientes nulas o inferiores al 5 %. La vegetación es tropical húmeda con abundancia de mangles y zona de sabana con pastos naturales. El litoral costero es arenoso y poco pedregoso, poco profundo, con abundancia de peces, algas y vegetación marina.

### Tratamientos y diseño experimental

Se utilizaron 40 ovinos machos Pelibuey, destetados a los 120 días de edad, con peso promedio de 17,04 ± 0,042 kg, clínicamente sanos y con niveles de parasitismo intestinal entre medios y bajos (1 000 hpg). Estos fueron alimentados con pasto natural, *Leucaena leucocephala* y diferentes niveles de *Thalassia testudinum* (10 %, 20 % y 30 %) como único factor de variación. Se utilizó un diseño totalmente aleatorizado, con animales distribuidos al azar y uniformados de acuerdo con el peso vivo en cuatro tratamientos de diez animales.

Considerando las particularidades fisiológicas propias de la especie, la edad, la categoría y fin productivo, así como los problemas más frecuentes encontrados en las explotaciones ovinas en la práctica, los animales experimentales fueron divididos en cuatro grupos o tratamientos:

- 1- Tratamiento control o testigo: pasto natural + *Leucaenaleucephala* + miel
- 2- Tratamiento 1: pasto natural + *Leucaenaleucocephala* + *Thalassia testudinum* (10 %)
- 3- Tratamiento 2: pasto natural + *Leucaenaleucocephala* + *Thalassia testudinum* (20 %)
- 4- Tratamiento 3: pasto natural + *Leucaenaleucocephala* + *Thalassia testudinum* (30 %).

Tabla 2. Requerimientos nutritivos

CMS (kg)	PB (g)	Ca (g)	P (g)	EM (mcal)
0,51	86,7	2,75	1,224	1,22

Tabla 3. Composición química de los alimentos empleados

Alimentos	MS (%)	PB (g/kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)	EM (mcal/kg)
Pasto natural	26	48	3,9	1,7	1,83
<i>L. leucocephala</i>	31	205	23	2,5	2,5
<i>T. testudinum</i>	14,1	95,3	7,52	2,3	2,33
Miel B	81,2	32	13,2	1,00	2,73

Tabla 4. Dietas experimentales

Variables	T Control	T1 (10 %)	T2 (20 %)	T3 (30 %)
Pasto natural (kg)	0,09	0,056	0,042	0,007
<i>L. leucocephala</i> (kg)	0,398	0,403	0,366	0,350
<i>T. testudinum</i> (kg)	-	0,051	0,102	0,153
Miel B (kg)	0,022	-	-	-
PB (g)	86,87	90,16	86,70	86,70
Ca (g)	9,79	9,871	9,34	9,231
P (g)	1,17	1,22	1,221	1,239
EM (mcal)	1,22	1,228	1,229	1,244

### Determinación de la composición química de la *Thalassia testudinum*

Con posterioridad se tomaron 2 kg de *Thalassia testudinum* que se enviaron al *Laboratório Rosso Windhoek* en Namibia, donde se le determinó el porcentaje de materia seca, proteína bruta, fibra bruta, FND, FAD, fósforo, calcio, magnesio y materia orgánica (según AOAC, 2000); este procedimiento se realizó con las seis estaciones muestreadas.

El material vegetal formado por la planta íntegra fue recolectado de forma manual en las diferentes estaciones (Buena Vista 1 y 2, La Playa 1 y 2, El Molero 1 y 2). Las muestras provenientes de cada réplica se llevaron de forma inmediata al

Laboratorio de Nutrición Animal del Centro de Estudio de Producción Animal de la Universidad de Granma, donde se secaron las muestras en un lugar oscuro y ventilado por un espacio de 12 días. Posteriormente fueron molidas a un tamaño de partícula de 1 mm, luego se pesaron 25 g por cada réplica, las que fueron maceradas con 250 mL de etanol al 98 % y dejadas en reposo durante 48 horas.

Se investigaron cumarinas, quinonas, azúcares reductores, fenoles, taninos, flavonoides, glucósidos cardiotónicos, carbohidratos totales, mucilagos, grupos  $\alpha$ -aminos, catequinas, triterpenos, esteroides, alcaloides y antocianidinas. Para la descripción de los ensayos se utilizó el sistema de cruces para especificar la presencia o ausencia de los metabolitos en los tratamientos.

En todos los análisis se siguieron los criterios que se muestran en la Tabla 5.

La determinación de hemoglobina (Hb) se obtuvo mediante el hemoglobímetro de Spencer.

Tabla 5. Criterios seguidos en las detecciones cualitativas en el pesquizado fitoquímico

Criterio	Nomenclatura
Presencia cuantiosa	+++
Presencia notable	++
Presencia leve	+
Ausencia	-

Nota: La mayor cantidad de cruces indicará mayor cuantía de metabolitos secundarios diagnosticados en el pesquizado fitoquímico.

Tabla 6. Criterio tomado en dependencia de la altura de la espuma, en el ensayo de "índice de espuma"

Criterio	Altura de la espuma (mm)
Contenido abundante	>14
Contenido moderado	10-14
Contenido bajo	<10

Tabla 7. Soluciones control utilizadas para los ensayos

Metabolito	Ensayo	Soluciones control
Cumarinas	Baljet	Cumarina 2 %
Quinonas	Borntrager	Quinol 2 %
Azúcares reductores	Fehling	D(+)Glucosa 5 %
Fenoles	(FeCl <sub>3</sub> ) 1-10 %	Fenol 1 %
Taninos	Gelatina 1 %	Ácido tánico 1 %
Grupos $\alpha$ -aminos	Ninhidrina 0,2 %	L- Ácido aspártico 1 %
Flavonoides	Shinoda	Quercetina 2 %

Glucósidos cardiotónicos	Kedde	Digitalis 2 % (masa/volumen)
Carbohidratos totales	Molish	D(+)Glucosa 5 %
Catequina	Catequina	Carbonato de sodio
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman-Burchard	Colesterol 2 %
Alcaloides	Wagner, Hager y Dragendorff	Gramina 2 % y Efedrina 2 %
Polisacáridos	Mucílagos	*
Antocianidinas	Antocianidinas	Ácido clorhídrico 100 %

## Resultados y discusión

### Composición de la *Thalassia testudinum* empleada en la investigación

La Tabla 8 muestra la composición bromatológica de la planta marina *Thalassia testudinum* base húmeda empleada en la alimentación de los ovinos en la investigación. Los valores muestran que los resultados son de importancia, pues permite realizar la ración alimentaria balanceada, teniendo en cuenta la cantidad de alimentos utilizados en la misma. Los resultados obtenidos refieren que esta planta marina puede ser una alternativa viable para la alimentación animal.

Con respecto a la proteína bruta (PB) los valores fueron de 9,53 %; en cuanto a la fibra neutro detergente (FND) y materia seca (MS) fueron de 25,3 % y 14,1 %, respectivamente. Lo antes expuesto significa que esta planta es un alimento energético, pues el porcentaje de proteína bruta está por debajo de 18 % y la fibra neutro detergente (FND) es menor de 35 % (N.R.C., 1981).

Tabla 8. Composición bromatológica de la *Thalassia testudinum*

MS (%)	PB (%)	FND (%)	FAD (%)	Ca (%)	P (%)	EM (mcal/kg)	DMS (%)	DMO (%)
14,1	9,53	25,3	22,3	0,752	0,23	2,33	64,09	65,01

El contenido de fibra ácido detergente (FAD) obtenido en la fanerógama *Thalassia testudinum* es menor a los valores reportados por Ventura y Castañón (1998) en el alga verde *Ulva lactuca* (33 % y 15 %), así como los de la avena (30 % y 14 %) y el arroz forrajeros (26 % y 13 % (N.R.C., 2001); mientras que Casas-Valdés y otros investigadores (2006) reportan valores inferiores (8,3 %) a los obtenidos en esta investigación en algas *Sargassum spp.*

El medio donde se desarrolla la *Thalassia testudinum* permite la absorción de elementos y minerales del mar que lo incorporan a sus paredes celulares. Las algas y plantas marinas tienen abundantes proteínas con cadenas de aminoácidos de alto valor biológico que son capaces de traspasar el estómago e incorporarse a la

economía animal mediante los procesos de absorción que ocurren en el intestino. Es por ello que las algas y vegetales marinos son alimentos esenciales que pueden usarse en caso de diferentes enfermedades, tanto en las llamadas enfermedades metabólicas como también para potenciar la inmunidad de los animales en defensa ante enfermedades virales, micóticas y bacterianas.

Con respecto a la cantidad de elementos trazas y macroelementos en la *Thalassia testudinum* se pueden observar en la Tabla 8, y están dentro de los valores reportados por Casas-Valdés y demás investigadores (2006), que en caso de desequilibrios electrolíticos en animales la *Thalassia testudinum* es un alimento alternativo que suple en cantidad y calidad estas deficiencias.

### **Comportamiento cualitativo de los metabolitos secundarios en la *Thalassia testudinum***

El estudio fitoquímico del fanerógama marina *Thalassia testudinum* reveló la presencia de metabolitos secundarios (Tabla 9). Es necesario conocer la presencia en tipos y cantidad de los mismos para saber qué efectos puede provocar este alimento no convencional en las raciones de los animales y de esta manera valorar los factores antinutricionales que influyen, de alguna manera, en la salud animal.

Como se puede observar los metabolitos secundarios que aparecen en mayor cuantía en la *Thalassia testudinum* son los tóxicos nitrogenados (alcaloides); en el extracto acuoso manifiestan presencia cuantiosa (+++). Los alcaloides químicamente son un grupo diverso que comparten propiedades alcalinas (de ahí su nombre) y contienen nitrógeno en anillos heterocíclicos (Cheeke & Kelly, 1989). No obstante, una característica de muchos grupos de alcaloides presentes en las plantas forrajeras es su sabor amargo, que posiblemente constituye la base para su identificación y consiguiente rechazo por los herbívoros (Harborne, 2014; Dupont et al., 1994).

Sin embargo, los alcaloides derivados de la pirrolizidina, presentes en plantas ampliamente extendidas en los pastos, no poseen ninguna característica discernible en su palatabilidad por los herbívoros (Molyneux & Ralphs, 1992). Dos grupos de alcaloides son los más importantes en cuanto a su efecto sobre el ganado doméstico: los derivados de la perlolina y perlolidina, con efectos tóxicos poco intensos en ovinos. En estudios realizados se observa su rápida absorción y destrucción, así como también ocurre en los derivados de la triptamina y gramina.

Tabla 9. Comportamiento cualitativo de los metabolitos secundarios



Metabolito	Extracto acuoso	Extracto etanólicos
Cumarinas	+	++
Quinonas	-	-
Azúcares reductores	+	+
Fenoles	+	+
Taninos	+	++
Grupos $\alpha$ -aminos	++	+
Flavonoides	+	+
Glucósidos cardiotónicos	-	-
Carbohidratos totales	+	+
Catequina	+	+
Triterpenos y/o esteroides	-	-
Alcaloides	+++	+
Polisacáridos	-	+
Antocianidinas	-	+

La cantidad de cumarinas encontrada en la *Thalassia testudinum* en extracto alcohólicos es de presencia notable (++); estos son compuestos heterocíclicos derivados del ácido cinámico con un núcleo formado por un anillo bencénico condensado con un anillo piránico. Las cumarinas dan su olor a la hierba recién cortada y, aparentemente, son desagradables para los ovinos en cantidades altas (0,5 al 1,0 % en tréboles; Harborne, 2014). No obstante, la rapidez con la que son excretadas les hace ser poco tóxicas para los vertebrados (Berenbaum, 1991). Esta clase de compuestos se encuentran en frutos, vegetales y presentan pocas citotoxicidad o propiedades agresivas contra los procesos metabólicos de los animales. Se puede señalar que las cumarinas poseen propiedades fotosensibilizadoras y su acción tóxica se refuerza en presencia de la luz ultravioleta; algunas son causantes de fotodermatitis.

Los taninos en la *Thalassia testudinum* tienen presencia notable (++) y se definen como compuestos naturales polifenólicos, hidrosolubles, que forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros del alimento que son capaces de precipitar alcaloides, gelatinas y otras proteínas en soluciones acuosas (Jansman, Huisman & van der Poel, 1989). Actualmente, se llevan a cabo diversas investigaciones para evaluar los metabolitos secundarios de las plantas como medios naturales para modificar la fermentación en el rumen (Sliwinski *et al.*, 2002). Una alta concentración de estos compuestos en la ración tiene efectos adversos sobre la población microbiana del rumen; afecta la palatabilidad, el consumo y la digestibilidad de la ración (Leinmüller, Steingass & Menke, 1991).

Los taninos son responsables por el sabor amargo en cerveza, vinos, té, algunos jugos de frutas, entre otros. La astringencia tiende a disminuir con la maduración, debido a la polimerización de productos menos solubles y, por lo tanto, menos reactivos (Van Soest, 1994).

Por otra parte, hay evidencias que demuestran que los taninos poseen efectos positivos para la producción animal al proteger la proteína de la dieta de ser desaminada en el rumen por las bacterias; además, previenen la formación de espuma en el rumen impidiendo el timpanismo (Barnes y Gustine, 1973).

Los grupos  $\alpha$ -aminos se han reportado con presencia notable (++) en la fanerógama y tienen como efecto una acción neurotóxica; está condicionada por la edad debido, posiblemente, a la existencia de una barrera sanguíneo-cerebral en adultos que se han reportado en concentraciones importantes de estos FAN. La mayor de las veces estos compuestos presentan analogía estructural con aminoácidos indispensables o con sus derivados neurotransmisores presentes en el sistema nervioso central. Ocasionan así, efectos adversos al animal, que van desde la reducción en la utilización de alimento y los nutrientes hasta profundos desórdenes neurológicos, e incluso la muerte, siempre que aparezcan en abundancia en los alimentos.

### Conclusiones

Las características bromatológicas de la *Thalassia testudinum* demuestran que es una planta con propiedades nutricionales que puede ser empleada en la alimentación de los animales de interés.

Las propiedades fitoquímicas demostraron que los metabolitos secundarios presentes en la fanerógama marina no inciden negativamente para su utilización como alimento alternativo en rumiantes, siendo los alcaloides los de mayor presencia, seguidos de los del grupo  $\alpha$ -amino.

### Referencias bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 2000: *Official Methods of Analysis*. 17 ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. Consultado: 13 enero 2016. Disponible en: [www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z423645](http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/z423645)

BARNES, R. F. & GUSTINE, D. L. 1973: Allelochemistry and forage crops. En: *Antiquity components of forages*. Crop Science Society of America, p. 1-13. Disponible en: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/books/pdfs/.../1>

- BELMAR, R. 2001: Importancia de los factores antinutricionales en la alimentación de animales no rumiantes. En: X Congreso de Veterinaria (Memorias). Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, p. 34-54.
- BELMAR, R. & NAVA, R. 2005: Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos. En: VII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Curso Pre-evento. UNELLEZ, Venezuela.
- BERENBAUM, M. R. 1991: Coumarins. In: ROSENTHAL, G. A. & BERENBAUM, M. R. (Ed.) *Herbivores: Their Interactions with Secondary Plant Metabolites*. Vol. I. Academic Press, New York, p. 221-249.
- CASAS-VALDEZ, M., HERNÁNDEZ-CONTRERAS, H., MARÍN-ÁLVAREZ, A., AGUILA-RAMÍREZ, R. N., HERNÁNDEZ-GUERRERO, C. J., SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, I., & CARRILLO-DOMÍNGUEZ, S. (2006). El alga marina *Sargassum* (*Sargassaceae*): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. *Revista de biología tropical* 54(1): 83-92. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/download/14002/13314>
- CHEEKE, P. R. & KELLY, J. D. 1989: Metabolism, toxicity and nutritional implications of quinolizidine (lupin) alkaloids. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds. Proceedings of the First International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds', Wageningen, The Netherlands, November 23-25.
- D´MELLO, J. P. F. 1995: Anti-nutritional substances in legumes seeds. In: D´MELLO, J. P. F. & DEVENDRA, C. (Eds.) *Tropical Legumes in Animal Nutrition*. CAB International. U.K., p. 135-165. Disponible en: [eprints.ibu.edu.ba/id/document/2758](http://eprints.ibu.edu.ba/id/document/2758)
- DUPONT, M. S.; MÚZQUIZ, M.; ESTRELLA, I.; FENWICK, G. R. & PRICE, K. R. 1994: Relationship between the Sensory Properties of Lupin Seed with Alkaloid and Tannin Content. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 65(1): 95-100. Disponible en: [onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740650114/pdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.2740650114/pdf)
- HARBORNE, J. B. 2014: *Introduction to Ecological Biochemistry*. Academic Press, London.
- JANSMAN, A. J. M.; HUISMAN, J. & VAN DER POEL, A. F. B. 1989: Faba beans with different tannin contents: ileal and faecal digestibility in piglets and growth in

chicks. *Recent Advances in Research of Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Wageningen Academic Publishers, Pudoc, Wageningen, The Netherlands, 176-180.

LEINMÜLLER, E.; STEINGASS, H. & MENKE, K. H. 1991: Tannins in ruminant feedstuff. *Anim Res Dev* 8: 9-62. Disponible en: [igital.csic.es/bitstream/10261/35659/.../Pablo%20G.%20Toral.d](http://digital.csic.es/bitstream/10261/35659/.../Pablo%20G.%20Toral.d).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N.R.C.) 1981: *Nutrient requirements of goats*. National Academy, Washington, D.C., EE.UU. 91 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N.R.C.) 2001: *Nutrient requirements of dairy cattle*. National Academy, Washington, D.C., EE.UU. 202 p.

MOLYNEUX, R. J. & RALPHS, M. H. 1992: Plant toxins and palatability to herbivores. *Journal of Range Management* 45: 13-18. Disponible en: <https://journals.uair.arizona.edu/index.php/jrm/article/.../8289>

SLIWINSKI, B. J.; SOLIVA, C. R.; MACHMÜLLER, A. & KREUZER, M. 2002: Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 101(1): 101-114. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840102001396](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840102001396)

VAN SOEST, P. J. 1994: *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Cornell University Press, Ithaca, NY. Disponible en: [www.scirp.org/.../reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID](http://www.scirp.org/.../reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID).

VENTURA, M. R. & CASTAÑÓN, I. 1998: The nutritive value of seaweed (*Ulva lactuca*) for goats. *Small Ruminant Research* 29(3): 325-327. Disponible en: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092144889700134X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092144889700134X)