

## Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo

C. Mazorra<sup>1</sup>, Dayamí Fontes<sup>2</sup>, Nieves Cubilla<sup>2</sup> y A. de Vega<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Bioplantas, Universidad «Máximo Gómez Báez», Carretera a Morón, km 9 1/2, Ciego de Ávila.  
Correo electrónico: cmazorra@bioplantas.cu

<sup>2</sup>Universidad «Máximo Gómez Báez», Carretera a Morón, km 91/2, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>3</sup>Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos, Universidad de Zaragoza, Miguel Server 177, 50013 Zaragoza, España.

Se discuten diferentes elementos que deben tener en cuenta los productores de pequeños rumiantes para lograr el manejo eficiente de sus rebaños en pastoreo. Se abordan aspectos importantes relacionados con el consumo voluntario, la selección de la dieta y el aprendizaje de las consecuencias de la post-ingestión, las diferencias anatomofisiológicas del tracto digestivo entre las especies de pequeños rumiantes y su relación con el hábito de ingestión. También se describen varias estrategias o prácticas de manejo que utilizan dichos conceptos con la finalidad de modificar el consumo voluntario y la selección del alimento de estos animales. Entre estas se mencionan el desarrollo de habilidades para cosechar el tipo de pasto o forraje, la adaptación previa al consumo de alimento y el aprendizaje de las consecuencias de la post-ingestión, el consumo de alimentos u otras sustancias nutritivas de forma previa al pastoreo, la utilización de los factores anticalidad y otros productos para preservar plantas en potreros, así como los circuitos de pastoreo, la diversidad de especies de plantas ingeridas, los efectos antiparasitarios y el pastoreo mixto. Se concluye que el conocimiento y manejo de los diferentes factores que interactúan en los procesos de consumo y selección de la dieta de los pequeños rumiantes en pastoreo posibilitan a los productores optimizar el comportamiento productivo de sus animales y lograr el manejo más sostenible del sistema de producción, lo que conduce a la estabilidad y persistencia de los ecosistemas ganaderos en Cuba.

Palabras clave: *ovino, caprino, selección de alimentos, preferencia, aversión.*

### INTRODUCCIÓN

Los sistemas de explotación ganadera se clasifican, generalmente, por el grado de dependencia y conexión del animal con el medio ambiente (Torres *et al.* 1994). Otra clasificación muy usada en los sistemas ganaderos en general, y en los pequeños rumiantes específicamente, se basa en la forma en que se realiza la alimentación de los animales (Martín *et al.* 2000). En este sentido, los sistemas pueden ser de corte y acarreo y de pastoreo/ramoneo (cosecha directa del alimento por el animal).

En la actualidad, los sistemas de pastoreo constituyen el centro de atención de muchos investigadores en las áreas tropicales y subtropicales, donde los científicos se han propuesto estudiar y establecer los principios que regulan el consumo voluntario y la selección de la dieta de los animales en diferentes ambientes.

Según Baumont *et al.* (2000), las razones que motivan este interés se pueden resumir en los sistemas de producción, al menos los de pequeños rumiantes, que son económicamente propensos a maximizar la propor-

ción de pastos en la dieta, con el propósito de minimizar los costos de alimentación. Los consumidores de los países desarrollados son cada vez más sensibles a la imagen de los productos animales (carnes ecológicas), por lo que maximizar la utilización de los pastos y forrajes constituye una herramienta importante en la producción animal. Los sistemas de pastoreo también contribuyen a preservar los recursos naturales a través del incremento de la biodiversidad (Provenza *et al.* 2003a).

Específicamente en Cuba, la mayoría de los ovinos y caprinos se crían en condiciones de pastoreo, con diferente grado de intensificación (Berrio 2008 y Borroto *et al.* 2008). En estos sistemas, los pastos y otras plantas herbáceas y arbustivas constituyen la base fundamental de la dieta, por lo que entender cómo se realiza el consumo y la selección de alimentos, y la forma de modificarlos, resulta una necesidad imperiosa para desarrollar sistemas de producción sostenibles para pequeños rumiantes.

### EL CONSUMO VOLUNTARIO Y LA SELECCIÓN DE LA DIETA

El consumo voluntario diario de materia seca (MS) se considera el factor individual más importante entre los que determinan el valor nutritivo de una ración (Ruiz 1980 y Poppi *et al.* 1999). Por definición, es el peso del alimento consumido por un animal o grupo de animales en un período de tiempo determinado, durante el cual los animales tienen libre acceso a los alimentos (Mertens 1994 y Forbes 1995).

Desde la segunda mitad del siglo pasado, diversos estudios establecieron los mecanismos que intervienen en el consumo voluntario de un alimento o mezcla de alimentos por los animales domésticos, especialmente rumiantes alimentados en régimen de estabulación. En este sentido, se desarrollaron diferentes teorías que trataron de explicar el consumo voluntario a partir de un único factor (Forbes 1995).

Los conocimientos posteriores han demostrado que este aspecto primordial del valor nutritivo del alimento es un fenómeno eminentemente complejo (Ruiz 1980) y más aún si se pretende explicar el comportamiento alimentario de animales que se crían en condiciones de pastoreo, donde el consumo está supeditado a las interacciones que se establecen entre plantas y animales. En este proceso interviene la influencia de factores propios del animal y de las plantas a las que tiene acceso, así como el ambiente en el que ocurre esta actividad

(Ruiz y Vázquez 1983, Poppi *et al.* 1994 y Ruiz y Álvarez 2007).

Para el estudio de los principales aspectos fisiológicos que intervienen en la regulación del consumo voluntario en los rumiantes se establece una diferenciación entre factores intrínsecos o propios del animal, que agrupan aspectos físicos y metabólicos, y factores extrínsecos, que incluyen el pasto, el ambiente climático, y otros de índole social y de manejo.

## LA SELECCIÓN DE LA DIETA

Excepto con raciones bien molidas y mezcladas, los animales realizan el consumo dirigido a cosechar alimentos específicos, e inclusive lo dirigen a algunas partes de esos alimentos (hojas, ramas tiernas). Este proceso se denomina selección, y se describe entre los factores que mayor influencia tienen en el consumo voluntario, especialmente de los pequeños rumiantes en pastoreo (Vallentine 1990).

En pastoreo, la composición de la ración está influenciada por la selección que el animal realiza, la que a su vez se determina por la interrelación de dos componentes diferentes: la palatabilidad y la preferencia. La primera se refiere a las características o condiciones de la planta y la segunda, a la reacción del animal ante determinadas características (Vallentine 1990).

En el proceso de selección de las plantas por los pequeños rumiantes intervienen los órganos de los senti-

dos, en estrecha interrelación con las consecuencias de la post-ingestión. Este proceso está influenciado por la condición fisiológica del animal y las características químicas de la planta (Provenza 1995 y Ralphs y Provenza 1999).

Entre los múltiples factores que interactúan en la selección de la dieta del animal en pastoreo (Arnold 1981) se pueden citar las características del animal (especie, individualidad, estado fisiológico, hábito de pastoreo, experiencia previa y carga parasitaria) y sus mecanismos de reflejo y sentido (visión, olfato, tacto y gusto); las características del pastizal o pradera (especies presentes, su disponibilidad relativa, sus atributos físicos y químicos) y el ambiente donde crece la planta (tipo y fertilidad del suelo, clima), entre otros factores (predadores, competencia interespecífica e intraespecífica y manejo).

## LA SELECCIÓN DE LA DIETA Y SU RELACIÓN CON EL CONSUMO.

El modo en que los animales seleccionan el alimento y controlan su consumo es extremadamente complejo. Las investigaciones indican que los mecanismos que se activan en estos procesos fisiológicos involucran controles a corto plazo, relacionados con la regulación homeostática del cuerpo, y controles a largo plazo, que dependen de los requerimientos nutricionales y de las reservas del cuerpo (Faverdin *et al.* 1995). Ambos no son independientes y la diferencia fundamental entre ellos puede estar, únicamente, en la duración de la tarea que se desarrolla, y no en el mecanismo hipotalámico empleado (Ruiz 1980).

A corto plazo, el consumo de alimentos está influenciado principalmente por el hambre, que se considera un factor estresante, y también por la saciedad, que es generalmente placentera (Forbes 1995). Una serie de signos post-ingestivos (llenado del rumen, productos de la fermentación y nutrientes) contribuyen al proceso de saciedad y determinan que al inicio de una comida principal la velocidad de consumo sea alta y que disminuya continuamente hasta llegar al estado de saciedad (Baumont *et al.* 2000).

Estos mecanismos fisiológicos pueden explicar también cómo después de ingerir un alimento en exceso, se incrementan frecuentemente las probabilidades de que

los animales consuman alimentos alternativos, ya que se ha excedido el límite de tolerancia específico de censores, nutrientes, toxinas y sabores de dicho alimento (Provenza *et al.* 1998).

Adicionalmente, otros mecanismos del cerebro, diferentes a los factores fisiológicos que controlan el consumo, pueden inducir, en alguna medida, la ingestión de alimentos por placer (comportamiento alimentario hedónico) (Álvarez *et al.* 2004). Al parecer, este comportamiento motiva al animal a realizar ingestiones adicionales, cuando en segunda opción se ofrece un alimento de alta aceptabilidad. Como consecuencia, los animales logran sobrepasar los signos de saciedad que percibieron al final del consumo del primer alimento (Baumont *et al.* 2000).

Por su parte, los sistemas que regulan el consumo de alimentos a largo plazo se encuentran estrechamente relacionados con la regulación del peso corporal, y tienen como función corregir los «errores» de la regulación a corto plazo (Baile y Forbes 1974 y Ruiz 1980). Por consiguiente, los cambios a largo plazo en el estado interno del animal permiten también consecuentes cambios en la selección de la dieta y están influenciados, incluso, por la carga parasitaria gastrointestinal (Kyriazakis *et al.* 1994 y Athanasiadou *et al.* 2000).

## EL APRENDIZAJE ACERCA DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ALIMENTO.

La preferencia por un alimento y la motivación para consumirlo están determinadas por el aprendizaje previo acerca de las propiedades sensoriales del mismo, las cuales permiten anticipar las consecuencias fisiológicas y nutricionales de su consumo (Baumont *et al.* 2000). Los animales procesan la información sobre los alimentos a través de dos sistemas interrelacionados: el afectivo y el cognoscitivo, en cuya integración el sabor es el más importante. El sistema afectivo permite integrar el sabor del alimento con las consecuencias de la post-ingestión, mientras que el sistema cognoscitivo integra el olor y la apariencia del alimento con su sabor (Provenza *et al.* 1992)

Existen tres vías fundamentales mediante las cuales los animales aprenden acerca de las características de los alimentos (Provenza y Balph 1987, 1988): aprendizaje a través de impresiones del alimento, por medio de modelos sociales y por la prueba y error. El primero ocurre durante la etapa de destete, cuando los animales comienzan a consumir alimentos diferentes a la leche; el segundo es una vía de aprendizaje muy importante, mediante la cual el animal joven aprende qué alimentos con-

sumir, a partir de la selección que realiza su madre u otros adultos del rebaño. Ambos eventos tienen gran importancia en la etapa juvenil del animal.

El tercer tipo de aprendizaje se basa en las propiedades organolépticas y nutricionales de los alimentos, y actúa durante toda la vida del animal porque las plantas, con el tiempo y el espacio, cambian sus contenidos en nutrientes y toxinas (Provenza y Villalba 2005). En la práctica, cuando un animal se enfrenta a un nuevo alimento consumirá pequeñas cantidades. Este fenómeno se conoce como neofobia (Launchbaugh y Provenza 1991). Si las consecuencias de la post-ingestión son positivas, entonces se incrementará sucesivamente la proporción del nuevo alimento en su dieta. Todo lo contrario ocurre si las consecuencias son negativas o tóxicas.

La literatura indica que, tanto el desarrollo de preferencias condicionadas por alimentos, asociadas con las consecuencias positivas de la post-ingestión de nutrientes (Arsenos y Kyriazakis 1999 y Arsenos *et al.* 2000), como las aversiones condicionadas al sabor del alimento, se asocian a consecuencias tóxicas (Kyriazakis *et al.* 1998 y Hills *et al.* 1999).

## DIFERENCIAS ANATOMOFISIOLÓGICAS DEL TRACTO DIGESTIVO ENTRE PEQUEÑOS RUMIANTES. SU RELACIÓN CON EL HÁBITO DE INGESTIÓN

Los aspectos anatomofisiológicos que diferencian a los rumiantes por el tipo de dieta que consumen se relacionan, entre otros, con el tamaño relativo de varios órganos del sistema digestivo, entre los que se encuentran la glándula parótida, el rumen, el compartimento para la fermentación distal y el colon espiral. Estos órganos varían con el propósito de adaptar al animal a nichos ecológicos particulares, así como a tipos específicos de dietas herbáceas y a determinadas estrategias digestivas. En este sentido, las especies de rumiantes se clasifican, de modo general, en selectores de concentrados, consumidores intermedios y especies adaptadas al pastoreo (Hofmann 1988, Van Soest 1994 y Fisher 2002).

Los rumiantes que se clasifican como selectores de concentrados poseen una glándula parótida relativamente más grande y un rumen más pequeño que permite mayor velocidad de pasaje. Adicionalmente, presentan mayor compartimiento para la fermentación distal y mayor colon espiral, en comparación con los rumiantes adaptados al pastoreo (Van Soest 1994 y Hofmann 1988). En ocasiones, también las glándulas parótidas de los selectores de concentrados, e incluso de los consumidores intermedios, están especializadas para secretar proteínas ricas en prolina, que hacen posible el consumo de mayores concentraciones de metabolitos secundarios de las plantas (Mole *et al.* 1990 y Pedraza 2007).

Entre las especies domésticas de pequeños rumiantes, los ovinos poseen características anatómicas que los distinguen como rumiantes de pastoreo, mientras que

las cabras presentan características que las clasifican como consumidores intermedios, entre los selectores de concentrados y los rumiantes de pastoreo (Hofmann 1988).

En cuanto a la forma y tamaño de las diferentes estructuras de la boca, Gordon e Illius (1988) sugirieron que estas varían como respuesta a los hábitos alimentarios de las diferentes especies. Así, los pequeños rumiantes presentan mayor capacidad para seleccionar dietas de mayor calidad (Huston y Pinchak 1991). Esta se halla determinada, en parte, por el tamaño bucal y la capacidad prensil de los labios y la lengua, así como por la mayor apertura de las mandíbulas, características que se relacionan a su vez con la arcada dental más estrecha y puntiaguda, la cual les permite mayor capacidad de discriminación entre especies vegetales y partes de la planta (Gordon e Illius 1988, Hofmann 1988 y Milne 1991).

De lo anterior se puede inferir que existe estrecha relación entre las características anatomofisiológicas del tracto digestivo de los rumiantes y su hábito de ingestión. Específicamente, se señala que la oveja prefiere consumir gramíneas, otras plantas herbáceas y ramón bajo (ramas de árboles y arbustos), mientras que el alimento de la cabra está compuesto, principalmente, de ramón y vainas, que se complementan con gramíneas y otras herbáceas (van Dyne *et al.* 1980).

Otro aspecto que resulta de interés es la altura del pasto, que es susceptible a la ingestión por parte de am-

bas especies de rumiantes. Los ovinos emplean 70 % de su tiempo de ingestión en recolectar la hierba a nivel del suelo. Es poco frecuente que ingieran plantas con más de un metro de altura, por lo que prácticamente depen-

den de la capa de hierba que pueden ingerir al nivel del suelo. Las cabras ramonean hasta los 2 m de altura, pero 60 % del tiempo lo hacen a alturas entre 0.7 y 1 m (Álvarez *et al.* 2004).

### **ESTRATEGIAS O PRÁCTICAS DE MANEJO, QUE PERMITEN MODIFICAR EL CONSUMO VOLUNTARIO Y LA SELECCIÓN DE LA DIETA DE PEQUEÑOS RUMIANTES EN PASTOREO**

Se han descrito diferentes estrategias o prácticas de manejo, con el objetivo de optimizar el consumo por parte de los animales y, a la vez, preservar los recursos de suelo y pastos en los diferentes sistemas de producción.

Por otra parte, los rumiantes desarrollan habilidades para obtener su alimento, en dependencia del aprendizaje que tuvieron en su etapa juvenil y del ambiente donde ocurrió dicho proceso. Por ejemplo, los animales criados en condiciones de estabulación presentan menos aptitudes para pastorear que aquellos que siempre obtuvieron su alimento del pastoreo (Provenza 2003); los acostumbrados a ramonear lo hacen más fácilmente que los que consumieron únicamente pastos (Flores *et al.* 1989). Además, el conocimiento de los animales acerca de qué

especies de pastos consumir y de su localización en el terreno desaparece cuando se trasladan a nuevos ambientes de pastoreo. Como consecuencia, los animales gastan más energía, consumen menos y se incrementan las probabilidades de ingerir plantas tóxicas en los nuevos ambientes (Provenza *et al.* 1998).

Las habilidades para consumir especies de plantas de baja palatabilidad o de difícil acceso, desarrolladas durante años por rebaños de cabras criollas de Cuba, se han utilizado para controlar malezas en potreros. Estos animales han controlado especies invasoras como el marabú (*Dichrostachys cinerea*), lo que permite la recuperación de áreas para el posterior establecimiento de pastos mejorados (González *et al.* 2008).

### **ADAPTACIÓN PREVIA AL CONSUMO DEL ALIMENTO Y APRENDIZAJE DE LAS CONSECUENCIAS DE LA POST-INGESTIÓN.**

Ambos métodos se encuentran entre los más usados para modificar el consumo y la selección de los alimentos por parte de los rumiantes. Se conoce que la adaptación previa al consumo de una determinada planta, aun cuando sea de baja palatabilidad o posea contenidos apreciables de metabolitos secundarios, puede incrementar su ingestión durante el pastoreo (Walker *et al.* 1992 y Sutherland *et al.* 2000). Este procedimiento se ha utilizado para el control biológico de malezas en plantaciones frutales y forestales, así como en pastizales.

El aprendizaje de las consecuencias negativas de la post-ingestión, específicamente la aversión condicionada al sabor, se ha utilizado para reducir el consumo de plantas tóxicas por parte de los ovinos (Landau *et al.* 1999). El método también se empleó para minimizar la ingestión de hojas de árboles frutales, como es el caso de los cítricos (Ortega y Rivas 1998 y Mazorra *et al.* 2007) y el café (Durantes *et al.* 2005).

### **CONSUMO DE ALIMENTOS U OTRAS SUSTANCIAS NUTRITIVAS ANTES DEL PASTOREO.**

También se ha descrito que la suplementación con determinados alimentos o sustancias nutritivas (por ejemplo, polietilenglycol o almidones) antes del pastoreo puede incrementar el consumo de plantas con altos contenidos de metabolitos secundarios (taninos,

por ejemplo). Estas no se ingieren normalmente por parte de los animales cuando existen otras alternativas (Banner *et al.* 2000, Bisson *et al.* 2001, Titus *et al.* 2001, Villalba y Provenza 2001 y Villalba y Provenza 2002 a,b,c).

### **UTILIZACIÓN DE LOS FACTORES ANTICALIDAD Y DE OTROS PRODUCTOS PARA PRESERVAR PLANTAS EN POTREROS**

Las plantas con determinadas características (espinas y aristas) se pueden utilizar para disminuir el contacto de los animales con árboles u otras especies durante su período de establecimiento (Smith *et al.* 2005). También se han descrito métodos que utili-

zan sustancias con olores repelentes. Este es el caso de las soluciones de excretas animales (Zelada 2003), que se utilizan para disminuir la palatabilidad de determinadas plantas, y de este modo se protegen del diente del animal.

### **LOS CIRCUITOS DE PASTOREO**

Según Baumont *et al.* (2000), este método se aplica por pastores de ovejas en algunos países de Europa. Se

basa en la inducción de un comportamiento alimentario hedónico en los animales, el cual se logra cuando estos

perciben propiedades sensoriales positivas en el alimento. En este caso, la motivación por consumir el alimento de mayor aceptabilidad, ofrecido en segunda opción, se usa para superar los signos de saciedad que perciben los animales al ingerir alimentos previos, generalmente de menor aceptación que el anterior. Esto posibilita que el animal realice mayor consumo total de alimentos.

Los estudios al respecto describen que, en condiciones productivas, algunos pastores guían los ovinos

a pastizales de alta disponibilidad y moderada palatabilidad para la comida principal del día, pero guardan para más tarde los alimentos más preferidos. Entonces observan cuidadosamente a los ovinos mientras pastorean. Cuando los animales muestran signos de desmotivación, los mueven hacia otras zonas de pastos altamente preferidos, lo que estimula nuevamente el consumo.

## DIVERSIDAD DE ESPECIES DE PLANTAS INGERIDAS Y EFECTOS ANTIPARASITARIOS

Una de las alternativas de selección que poseen los rumiantes para obtener los nutrientes necesarios, y a la vez reducir la ingestión de compuestos tóxicos, es el consumo de alta diversidad de plantas que difieren en sus concentraciones de nutrientes y toxinas (Provenza *et al.* 2003 a, b). Por lo tanto, en los sistemas de pequeños rumiantes se debe lograr que en las áreas de pastoreo prevalezcan diversas especies de plantas, entre las que se pueden encontrar gramíneas, leguminosas, otras herbáceas y arbustivas (Houdijk *et al.* 2000).

Estudios recientes (Hutchings *et al.* 2000, Athanasiadou *et al.* 2001, Houdijk y Athanasiadou 2003,

Athanasiadou y Kyriazakis 2004, Otero e Hidalgo 2004 y Osoro *et al.* 2007) se refieren a la autorregulación de la carga parasitaria de los pequeños rumiantes, a partir del consumo de plantas, entre las que se encuentran las leguminosas, las cuales poseen determinadas concentraciones de metabolitos secundarios, especialmente de taninos condensados. También se informan mejoras en el estado físico de los animales afectados por parasitosis gastrointestinal, a medida que ingieren cantidades notables de dichas especies. Estas, generalmente, son ricas en estos compuestos secundarios y poseen además, mayores contenidos de proteína sobrepasante al intestino.

## PASTOREO MIXTO

Entre los diferentes sistemas de pastoreo diseñados para los rumiantes, el pastoreo mixto (bovinos con ovinos y cabras con ovinos) se considera entre los sistemas que más se acercan a las condiciones naturales, ya que en una misma área pueden coexistir varias especies con distintos hábitos de ingestión (Van Dyne *et al.* 1980). Esto tiene como ventaja el aprovechamiento más

eficientemente de la vegetación del área de pastoreo y el control de las especies de plantas indeseables o no consumidas por cada especie animal integrada en el sistema. Investigaciones en las áreas tropicales y subtropicales señalan que este método puede ser efectivo también para controlar el parasitismo de alguna de las especies que intervienen en la integración (Alvarenga 2008).

## CONSIDERACIONES FINALES

Entender y manejar los diferentes factores que interactúan en los procesos de consumo y selección de la dieta de los pequeños rumiantes en pastoreo posibilita a los especialistas y productores optimizar el comportamiento productivo de sus animales, y al mismo tiempo se logra el manejo sostenible del sistema de producción.

Las estrategias de manejo basadas en estos conceptos permiten incrementar la productividad

de los animales, reducir los costos por atenciones culturales de los potreros, disminuir las aplicaciones de productos químicos (herbicidas y antiparasitarios), así como lograr la interacción armónica entre los componentes suelo-planta-animal, lo que permitirá la estabilidad y persistencia de los ecosistemas ganaderos en Cuba.

## REFERENCIAS

- Alvarenga, F. 2008. Integração ovino-bovino: uma alternativa de sistema de produção de carne ovina para o cerrado. Curso – Taller Tecnologías Sostenibles para la Producción de Ganado Menor (ovinos, caprinos, conejos y cuyes). Conferencia Científica Internacional UNICA 2008. Ciego de Ávila, Cuba
- Álvarez, A., Pérez, H., de la Cruz, T., Quincosa, J. & Sánchez, A. 2004. Fisiología Animal Aplicada. Ed. Félix Varela. La Habana, Cuba. 394 p.
- Arnold, G.W. 1981. Grazing behaviour. En: Grazing animals; world animal science. Morley, F.H.W (Ed). Elsevier. New York. p. 79
- Arsenos, G & Kyriazakis, I. 1999. The continuum between preferences and aversions for flavoured foods in sheep conditioned with administration of casein doses. *Anim. Sci.* 68: 605
- Arsenos, G., Kyriazakis, I. & Tolcamp, B.J. 2000. Conditioned feeding responses of sheep towards flavoured foods associated with the administration of ruminally degradable and/ or undegradable protein sources. *Animal Sci.* 71: 597
- Athanasiadou, S. & Kyriazakis, I. 2004. Plant secondary metabolites: antiparasitic effects and their role in ruminant production systems. *Proc. Nutr. Soc.* 63:631

- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F. & Coop, R.L. 2000. Consequences of long-term feeding with condensed tannins on sheep parasitized with *Trichostrongylus colubriformis*. *International J. Parasitology* 30:1025
- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I., Jackson, F. & Coop, R.L. 2001. The effects of condensed tannins supplementation of foods with different protein content on parasitism, food intake and performance of sheep infected with *Trichostrongylus colubriformis*. *Br. J. Nutr.* 86: 697
- Bailey, C.A. & Forbes, J.M. 1974. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. *Physiological Reviews* 54:160
- Banner, R.E., Rogosic, J., Burritt, Elizabeth, A. & Provenza, F.D. 2000. Supplemental barley and charcoal increase intake of sagabrush by sheep. *J. Range Manage* 53: 415
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M. & Morand-Fehr, P. 2000. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Sci.* 64:15
- Berrio, I. 2008. La experiencia cubana en el sector productivo para el desarrollo de las especies menores (ovinos – caprinos y cuyes). Curso – Taller Tecnologías Sostenibles para la Producción de Ganado Menor (ovinos, caprinos, conejos y cuyes). Conferencia Científica Internacional UNICA 2008. Ciego de Ávila, Cuba
- Bisson, M.G., Scout, C.B. & Taylor, C.A. 2001. Activated charcoal and experience affect intake of juniper by goats. *J. Range Manag.* 54: 274
- Borroto, A., Pérez, R., Mazorra, C., Pérez, A. & Barrabi, M. 2008. Realidades productivas avileñas y propuesta de diseño para la capacitación que contribuya al crecimiento eficiente del ganado ovino caprino. Curso – Taller: Tecnologías Sostenibles para la Producción de Ganado Menor (ovinos, caprinos, conejos y cuyes). Conferencia Científica Internacional UNICA 2008. Ciego de Ávila, Cuba
- Durantes, C.A., Torres, J.A., Martínez, P.A., Castro, R., Arroyo, A. & Cruz, J.G. 2005. Litium chloride and ipecacuanha syrup to induce sheep aversion to the intake of coffee plants. En: *Silvopastoralism and Sustainable Land Management*. Mosquera-Losada, M.R., McAdam, J. y Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds). CABI Publishing. p. 117
- Faverdin, P., Baumont, R. & Ingvarsten, K.L. 1995. Control and prediction of feed intake in ruminants. IV International Symposium on the Nutrition of Herbivores, Recent Development in the Nutrition of Herbivores. Journet, M., Grenet, E., Farce, M.H., Thériez, M., Demarquilly, C (Eds). INRA. París. p. 95
- Fisher, D.S. 2002. A review of a few factors regulating voluntary feed intake in ruminants. *Crop Sci.* 42: 1651
- Flores, E.R., Provenza, F.D. & Balph, D.F. 1989. Role of experience in the development of foraging skills of lambs browsing the shrub serviceberry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23:271
- Forbes, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International. Wallingford. UK. p. 532
- González, A., Castillo, A., Rivero, J., Garcés, Y., Polanco, R. & Concepción, M. 2008. Algunos métodos prácticos para el control del marabú. VII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible. La Habana, Cuba
- Gordon, I.J. & Illius, A.W. 1988. Incisor arcade structure and diet selection in ruminants. *Functional Ecology.* 2:15
- Hills, J., Kyriazakis, I., Nolan, J.V., Hinch, G.N. & Lynch, J.J. 1999. Conditioned feeding responses in sheep to flavoured foods associated with sulphur doses. *Anim. Sci.* 69: 313
- Hofmann, R.R. 1988. Morphophysiological evolutionary adaptations of the ruminant digestive system. En: *Aspects of digestive physiology in ruminants*. A. Dobson y M.J. Dobson (Ed.). Com-stock Publishing Assoc., Ithaca, NY. p. 1
- Houdijk, J.G.M. & Athanasiadou, S. 2003. Direct and indirect effects of host nutrition on ruminant gastrointestinal nematodes. VI International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Matching herbivore nutrition to ecosystems biodiversity. t Mannelje, L.T., Ramírez-Avilés, L., Sandoval-Castro, C.A. y Ku-Vera, J.C. (Eds). Mérida. Yucatán. México. p. 213
- Houdijk, J.G.M., Kyriazakis, I., Jackson, F., Huntley, J.F. & Coop, R.L. 2000. Can an increased intake of metabolizable protein affect the periparturient relaxation in immunity against *Teladorsagia circumcincta* in sheep. *Veterinary Parasitology* 91:43
- Hutchings, M.R., Gordon, I.J., Robertson, E., Kyriazakis, I. & Jackson, F. 2000. Effects of parasitic status and level of feeding motivation on the diet selected by sheep grazing grass/ clover swards. *J. Agric. Sci.* 135: 65
- Huston, J.E. & Pinchak, W.E. 1991. Range Animal Nutrition. En: *Grazing Management. An Ecology Perspective*. Ed: R.K. Heitschmidt, J.W. Stuth. Timber Press. Portland, Oregon, USA. p. 27
- Kyriazakis, I., Anderson, D.H. & Duncan, A.J. 1998. Conditioned food aversion in sheep: the relationship between the dose rate of the secondary plant compound and the acquisition and persistence of aversions. *Br. J. Nutr.* 79: 55
- Kyriazakis, I., Oldham, J.D., Coop, R.L. & Jackson, F. 1994. The effect of subclinical intestinal nematode infection on the diet selection of growing sheep. *Br. J. Nutr.* 72:665
- Landau, S.Y., Ben-Moshe, E., Egber, A., Shlosberg, A., Bellaiche, M. & Perevolotsky, A. 1999. Conditioned aversion to minimize *Ferula communis* intake by orphaned lambs. *J. Range Manag.* 52: 436
- Launchbaugh, K. L. & Provenza, F.D. 1991. Learning and memory grazing livestock application to diet selection. *Rangelands* 13:242
- Martín, G., Milera, M., Simón, L., Hernández, D., Hernández, I., Iglesias, J. & González, E. 2000. La agroforestería para la producción animal. Un enfoque de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes. *Pastos y Forrajes* 23:251
- Mazorra, C., Borges, G., Blanco, M., Borroto, A., Ruiz, R. & Sorís, A. L. 2007. Influencia de la dosis de cloruro de litio en la conducta de ovinos condicionados que pastorean en plantaciones de cítricos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 40: 425
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. En: *Forage quality, evaluation, and utilization*. Fahey, G.C. (Ed). USA. p. 450
- Milne, J.A. 1991. Diet selection by grazing animals. *Proc. Nutr. Soc.* 50: 77
- Mole, S., Butler, L. G. & Ianson, G. 1990. Defense against dietary tannin in herbivores: A survey for proline rich salivary proteins in mammals. *Biochem. Syst. Ecol.* 18:287
- Ortega, L. & Rivas, F. 1998. Acondicionamiento aversivo de ovejas para evitar el consumo de planta de naranja *Citrus sinensis*. *Técnicas Pecuarias México.* 36:49
- Osoro, K., Mateos-Sanz, A., Frutos, P., García, U., Ortega-Mora, L. M., Ferreira, L. M. M., Celaya, R. & Ferré, I. 2007.

- Anthelmintic and nutritional effects of heather supplementation on Cashmere goats grazing perennial ryegrass-white clover pastures. *J. Anim. Sci.* 85:861
- Otero, M. J. & Hidalgo, L. G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development* 16:14
- Pedraza, R. 2007. Las especies arbustivas insustituibles aliadas del productor de pequeños rumiantes. Curso-Taller Internacional Producción Sostenible de Ovino-Caprino: una opción para el Trópico. Red XIXD Red iberoamericana para el Mejoramiento Productivo de Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Universidad de Camagüey, Cuba
- Poppi, D. P., Gill, M. & France, J. 1994. Integration of theories of intake regulation in growing ruminants. *J. Theoretical Biology* 167:129
- Poppi, D. P., McLennan, S. R., Bediye, S., de Vega, A. & Zorrilla-Ríos, J. 1999. Forage quality: strategies for increasing nutritive value of forages. XVIII International Grassland Congress (CDROM). Vol. III: Eds. J. G. Buchanan-Smith, L. D. Bailey and P. McCaughey. pp 307-322. Canadá
- Provenza, F.D. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *J. Range Manag.* 48:2
- Provenza, F.D. 2003. Foraging behaviour: managing to survive in a world of change. Behavioural principles for human, animal, vegetation and ecosystem management. NRCS- Utah State University- Utah Agricultural Experiment Station. p. 63
- Provenza, F.D. & Balph, D.F. 1987. Development of dietary choice in livestock on rangelands and its implications for management. *J. Anim. Sci.* 66: 2356
- Provenza, F.D. & Balph, D.F. 1988. Applicability of five diet selection models to various foraging challenges ruminants encounter. En: R. N. Hughes (Ed.). Behavioural Mechanism of Food Selection. NATO ASI Series. Vol G 20. p. 423
- Provenza, F.D., Pfister, J.A. & Cheney, C.D. 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytoxicosis in herbivores. *J. Range Manag.* 45:36
- Provenza, F.D. & Villalba, J.J. 2005. Foraging in Domestic Vertebrates: Linking the Internal and External Milieu. En: Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Function. Bels, V.L. (Ed.) CABI. Publ., Oxfordshire, UK.
- Provenza, F.D., Villalba, J.J. & Bryant, J.P. 2003b. Foraging by herbivores: Linking the biochemical diversity of plants with herbivore culture and landscape diversity. En: Landscape Ecology and Resource Management: Linking Theory with Practice. Bissonette, J.A. y Storch, I. (Eds.) Island Press, NY. p. 387
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Cheney, C.D. & Werner, S.J. 1998. Self-organization of foraging behavior: from simplicity to complexity without goals. *Nutr. Res. Rev.* 11:199
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Dziba, L.E., Atwood, S.B. & Banner, R.E. 2003a. Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Rum. Res.* 49:257
- Ralphs, M.H. & Provenza, F.D. 1999. Conditioned food aversions: principles and practices, with special reference to social facilitation. *Proc. Nutr. Soc.* 58:813
- Ruiz, R. 1980. Fisiología del consumo voluntario en el rumiante. En: Bioquímica nutricional, fisiología digestiva y metabolismo intermediario en animales de granja. Ed. Instituto de Ciencia Animal. Tomo I. p. 49
- Ruiz, R. & Álvarez, A. 2007. Análisis nutricional de sistemas sostenibles para bovinos en el Trópico. III Simposio Internacional sobre Ganadería Agroecológica. Sancti Spiritus. Cuba. p. 33
- Ruiz, R., & Vázquez, C.M. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba. Ed. Instituto de Ciencia Animal. Tomo 2. p. 117
- Smith, C., Béguin, D., Buttler, A. & Müller-Schärer, H. 2005. Facilitation of tree regeneration in pasture woodlands. En: Silvopastoralism and Sustainable Land Management. Mosquera-Losada, M.R., McAdam, J. y Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds). CABI Publishing. p. 202
- Sutherland, R.D., Betteridge, K., Fordham, R.A., Stafford, K.J. & Costall, D.A. 2000. Rearing conditions for lambs may increase tansy ragwort grazing. *J. Range Manag.* 53:432
- Torres, A, Caja, G & Gallego, L. 1994. Sistemas de explotación. En: Ganado Ovino. Raza Manchega. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid. p. 430
- Vallentine, L. 1990. Grazing Management. Ed. Academic Press, Inc. San Diego. California. p. 533
- Van Dyne, G.M., Brockington, N.R., Szocs, Z., Duek, J. & Ribic, C.A. 1980. Large Herbivore Subsystem. En: Grassland, systems analysis and man. Int. Biol. Programme 19. London, Cambridge Univ. Press.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, second edition. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Villalba, J.J. & Provenza, F.D. 2002a. Polyethylene glycol influences selection of foraging location by sheep consuming quebracho tannin. *J. Anim. Sci.* 80:1846
- Villalba, J.J. & Provenza, F.D. 2002b. Influence of macronutrients and Polyethylene glycol on intake of a quebracho tannin diet by sheep and goats. *J. Anim. Sci.* 80:3154
- Villalba, J.J. & Provenza, F.D. 2002c. Influence of macronutrients and activated charcoal on intake of sagebrush by sheep and goat. *J. Anim. Sci.* 80:2099
- Walker, J.W., Hemenway, K.G., Hatfield, P.G. & Glimp, H.A. 1992. Training lambs to be weed eaters: studies with leafy spurge. *J. Range Manag.* 45:245
- Zelada, E. 2003. Sistemas Silvopastoriles. Curso Internacional sobre Ganadería y Medio Ambiente. CATIE.

**Recibido: 10 de febrero de 2009**