

ALFALFA (*Medicago sativa* L.) CULTIVADA EN CAMPECHE, MÉXICO Y SU INTEGRACIÓN LOCAL EN LA ALIMENTACIÓN DE CORDEROS EN CONFINAMIENTO

ALFALFA (*Medicago sativa* L.) GROWN IN CAMPECHE, MEXICO, AND ITS LOCAL INTEGRATION IN THE DIET OF CONFINED LAMBS

Chiquini-Medina, R.A.¹; Castillo-Águilar, C.C.^{2*}; Hernández-Sánchez, D.³; Torres-Hernández, G.³; Delgado-Licon, E.⁴

¹Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche. ²Colegio de Postgraduados, Campeche. ³Colegio de Postgraduados, Montecillo. ⁴New Mexico State University, EE.UU.

*Autor de correspondencia: ccca@colpos.mx

ABSTRACT

The use of different diets based on cultivated alfalfa hay (*Medicago sativa* L.) in Campeche was compared, and its relation with a commercial concentrate and Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*): T1=commercial concentrate, T2=T1+alfalfa hay, T3=T1+Taiwan grass, T4=alfalfa hay. The productive and metabolic behavior of lambs was evaluated in an intensive system using 20 male lambs with crosses of Pelibuey, Dorper and Black Belly of 12.5±1 kg live weight (LW). The consumption of total dry matter (TDM), the daily weight gain (DWG), dietary conversion (DC), and in situ digestibility of the dry matter (ISDDM) were measured. The pH, ammonia nitrogen (NH₃) and concentration of volatile fatty acids (VFA) in ruminal liquid were also evaluated. The best DWG in grams per day, of 234 g (p≤0.05) was obtained with T2; in contrast, T3 showed the lowest DWG. The diet that included the mixture of alfalfa hay and concentrate improved significantly the conditions of the variables pH, NH₃ and VFA (p≤0.05).

Keywords: animal diet, *Pennisetum purpureum*, intensive system, lambs, Tropics.

RESUMEN

Se comparó el uso de diferentes dietas con base en heno de alfalfa cultivada (*Medicago sativa* L.) en Campeche y su relación con un concentrado comercial y pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*), T1=concentrado comercial, T2=T1+heno de alfalfa, T3=T1+pasto Taiwán, T4=heno de alfalfa. Se evaluó el comportamiento productivo y metabólico de corderos en sistema intensivo utilizando 20 corderos machos con encaste de Pelibuey, Dorper y Black Belly de 12.5±1 kg de peso vivo (PV). Se midió el consumo de materia seca total (CMS), la ganancia diaria de peso (GDP), la conversión alimenticia (CA), y la digestibilidad in situ de la materia seca (DISMS). También fueron evaluados el pH, nitrógeno amoniacal (NH₃) y la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) en líquido ruminal. La mejor GDP en gramos por día, de 234 g (p≤0.05) se obtuvo en el T2; en contraste, el T3 mostró la menor GDP. La dieta que incluyó la mezcla de heno de alfalfa y concentrado mejoró significativamente las condiciones de las variables pH, NH₃ y AGV (p≤0.05).

Palabras clave: Dieta animal, *Pennisetum purpureum*, sistema intensivo, corderos, trópico.

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales representan una serie de beneficios para los sistemas de finalización relativamente baratos para la producción de ovejas y corderos debido a la cantidad de forraje producido en estas áreas. Sin embargo, los animales alimentados con forraje en estas zonas solo muestran aumentos de peso corporal de 50 a 100 g d⁻¹ (Sanginés *et al.*, 2014), en parte debido al bajo contenido proteico (PC) de los pastos; en consecuencia, se utilizan sistemas de producción intensivos basados en granos caros y alimento comercial. La alfalfa (*Medicago sativa* L.) ha sido el forraje de alta calidad por excelencia en regiones del mundo con climas templados. Aunque la alfalfa crece mejor a temperaturas que oscilan entre 22 y 24 °C y la latencia invernal (Alonzo y Paniagua, 2010), hay informes que señalan su adaptabilidad a las regiones tropicales (Ates *et al.*, 2013). Las dietas suplementadas con alfalfa favorecen una mayor ingesta de materia seca (CMS) y mantienen una ingesta constante de la dieta basal en los rumiantes. Los estudios realizados con alfalfa en ovejas Pelibuey, mostraron ganancias de peso corporal de animales y un rendimiento de canal de 90 a 181 g animal⁻¹ día⁻¹, y de 50.79 a 54.90%, respectivamente (Partida *et al.*, 2009). El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la alfalfa en el rendimiento productivo y metabólico de los corderos en confinamiento, en comparación con la alimentación comercial disponible y el pasto Taiwán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el rendimiento productivo y metabólico de los corderos en crecimiento usando cinco repeticiones por tratamiento en un diseño experimental completamente aleatorizado. Se analizaron cuatro dietas diferentes; T1=concentrado comercial (CC), T2=50% CC más 50% heno de alfalfa (*Medicago sativa*), T3=50% CC más 50% de Taiwán cortada (*Pennisetum purpureum*) y T4=henos de alfalfa (AH). Las dietas fueron ofrecidas *ad libitum*. T1 consistió en Ovino engorda[®] (Purina Company, México) con un 16% de proteína bruta. T4 utilizó Alfalfa SMOG 57 (Nueva Zelanda) se cortó a intervalos de 26 días (65 cm de altura y 5% de floración) y se dejó secar en el campo durante tres días, almacenándose para su posterior uso en el experimento. El pasto Taiwán (*P. purpureum*) se cosechó 45 días después del rebrote y se picó a tamaño de 0.5 cm. Se analizó la composición bromatológica de los tres ingredientes de la dieta.

Se utilizaron 20 corderos machos con encaste de Pelibuey, Dorper y Black Belly, (crucía de razas común en la zona), con un peso corporal inicial (PC) de 12.5±1 kg; fueron enjaulados, pesados y recibieron vitaminas suplementarias (Vigantol[®], 1 mL animal⁻¹). Además, recibieron tratamientos contra parásitos internos y externos al inicio del experimento (Ripercol[®]), 1 mL animal⁻¹ y Taktik[®] y Neguvon[®], 1 mL animal⁻¹, respectivamente). Los parásitos fueron controlados también al comienzo del segundo y tercer mes de evaluación. Los corderos se mantuvieron en corrales individuales (2 m²) equipados con comederos y bebederos; las dietas fueron asignadas aleatoriamente. Los corderos fueron alimentados con el experimento correspondiente durante 90 días, después de un período de adaptación de diez días. El agua fresca y las dietas experimentales se ofrecían diariamente a las 7:00 am, pesando el

alimento sobrante. La alimentación se ofreció teniendo en cuenta una ingesta del 5% del peso corporal del animal en base seca.

Análisis químico de los suplementos. Se determinó el contenido de materia seca (MS) y proteína total (PT) (AOC, 2012), fibras detergentes neutras (FDN) y ácidas (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991).

Digestibilidad *in situ* y cinética de la digestión. Se determinó la digestibilidad *in situ* de la materia seca (Vanzant *et al.*, 1998). Se colocaron 5 g de cada muestra molida (CC, HA y Pp, 1 mm) en bolsas de nylon (5×7,5 cm, tamaño de poro 52±10 μm). Se colocaron dos bolsas de cada suplemento en el rumen de un bovino en pradera de pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) y suplementado con CC (1.5% de PV en base seca). Este patrón de alimentación se mantuvo 15 días antes y durante la incubación. Los tiempos de incubación fueron: 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 y 72 h, y se utilizó un modelo de cinética de primer orden con fase de latencia y un punto final de digestión de 72 h para calcular las constantes de degradación ruminal de materia potencialmente digerible. La fracción potencialmente digerible se estimó con el modelo descrito por Mertens y Loften (1980).

Rendimiento animal. Se evaluaron el cambio de peso corporal (g d⁻¹, pesado cada 28 días), la ingesta de materia seca (g d⁻¹ pesando diariamente el rechazo) y la tasa de conversión alimenticia (consumo promedio total de MS entre la GDP).

Variables ruminales. Al final de los ensayos de alimentación, se recogieron muestras líquidas ruminales

de cuatro animales en cada tratamiento, utilizando una sonda esofágica, 4 h después de ofrecer el alimento. Los primeros 20 mL de la muestra se descartaron para evitar la contaminación por saliva. Finalmente, se midió el pH (potenciómetro Orion, modelo SA 210), nitrógeno amoniacal (Galyean, 1997) y la concentración de ácidos grasos volátiles (Erwin et al., 1961).

El análisis estadístico. El análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de los tratamientos (Tukey, $\alpha=0.05$), se llevó a cabo mediante el uso del programa estadístico SAS 2013. El peso corporal inicial se usó como covariable para el cambio de peso corporal y la ingesta de alimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los dos primeros meses del ensayo de crecimiento, el mayor consumo de materia seca de los corderos, se observó en el tratamiento que implicó el concentrado comercial y pasto Taiwán (T2) con 1093 g d⁻¹ de consumo diario. Al tercer mes la tendencia siguió favoreciendo a T2 y presentando un consumo promedio final de 1017 g d⁻¹. Cuando éstos alimentos se proporcionaron por separado (T1 y T4) su consumo se redujo significativamente respecto de T2, (Cuadro 2). En general, la ingesta de materia seca observada fue consistente con la informada por la NRC (2007). Estudios realizados por Hernández-Sánchez et al. (2015) con corderos, informan bajos consumos de materia seca en alimentos con alto contenido de humedad y fibra, y la baja digestibilidad (Sangines et al., 2014), similares a los observados en T3. Estos autores también señalan que la inclusión de forraje con PC alta (más del 18%) mejora el consumo

de materia seca en los corderos en pastoreo. Las dietas con alto contenido de concentrado están relacionadas con la acidosis ruminal, y las dietas basadas en forraje restringen los niveles de producción, lo que afecta el consumo y la contribución de nutrientes al animal. Las dietas para los rumiantes deben ser equilibradas, basadas en una combinación de concentrado y forraje de buena calidad, como en la dieta T2, para aumentar la ingesta y la productividad animal. Se observó que el mejor indicador para la ingesta voluntaria es el valor nutricional de los alimentos utilizados para los rumiantes (Sangines et al., 2014).

Ganancia diaria de peso

Los pesajes realizados durante los cuatro meses de duración de la evaluación fueron consistentes al indicar como el mejor tratamiento a T2 (concentrado +heno de alfalfa), con una ganancia de peso promedio final de 234 g d⁻¹, seguido por el uso por separado de heno de alfalfa y concentrado en la dieta, con una ganancia de peso promedio para ambos tratamientos de 195 g d⁻¹. La variabilidad en el cordero en GDP se ha demostrado en experimentos realizados en los trópicos; registrando baja GDP en corderos Pelibuey bajo condiciones de pastoreo, oscilando entre 40 y 60 g d⁻¹ (Lucero et al., 2011). Sin embargo, cuando los corderos se complementan con forraje de arbustos en la región tropical la GDP mejora significativamente, incluso más de 100 g d⁻¹ (Hernández-Sánchez et al., 2015), lo que se relaciona con una mayor ingesta de proteínas. Los resultados de esta investigación mostraron la mayor ingesta de alimento ($p<0.05$) y la mejor eficiencia en animales alimentados con T2 (Cuadro 4). La combinación de un concentrado comercial con heno de alfalfa mejoró el rendimiento productivo de los animales. Una baja ingesta de T3 se explica por su bajo contenido proteico y alto contenido de fibra, y se relaciona con un bajo aumento de peso corporal. En tales casos, se recomienda complementar las dietas basadas en forraje con una fuente rica en energía y proteína, con el fin de maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen y favorecer el comportamiento animal.

Tasa de digestión de la materia seca

La alta digestibilidad de T1 y T4 puede explicarse por su bajo contenido de carbohidratos estructurales y altos niveles de proteína (Cuadro 1), lo que mejora la actividad microbiana en el rumen. Sin embargo, los altos niveles de T1 en la dieta están asociados con problemas metabólicos debido a la reducción del pH ruminal (Cuadro 5). El pasto Taiwán no proporciona los nutrientes necesarios para permitir la fermentación ruminal adecuada, debido a su alto nivel de fibra y PC baja (Cuadro 1), lo que resulta en una degradación pobre.

Variables ruminales

pH

Cuatro horas después de la alimentación de los corderos, el uso de concentrado comercial redujo el pH ruminal (6.1). Por el contrario, cuando se incluyó una fuente de fibra en forma parcial, como el pasto Taiwán, el pH obtenido fue de 7.0, valor similar con el uso de heno de alfalfa como componente parcial T2 con valor de 6.8 o total de la dieta T4 obteniendo 6.9 (Cuadro 5) (Tukey $\alpha=0.05$).

contenido de concentrado afectan el crecimiento de microorganismos en el rumen y su actividad de fermentación (Cardozo *et al.*, 2006). Los resultados obtenidos en este estudio indican que se deben utilizar dietas que aporten una fuente rica en fibra, para mantener un pH ruminal saludable y funciones fermentativas. Los niveles bajos de pH registrados en T1 están relacionados con la acidosis ruminal.

Nitrógeno amoniacal (N-NH₃)

El contenido de nitrógeno amoniacal fue significativamente diferente entre los tratamientos (Cuadro 5). El N-NH₃ más alto ($p < 0.05$) se obtuvo con el T2. No hubo diferencias significativas entre T1 y T4. El N-NH₃ más bajo ($P \leq 0.05$) se observó con animales alimentados con pasto Taiwan en el T3. El nitrógeno amoniacal contribuye al crecimiento de bacterias en el rumen y es el principal compuesto utilizado para la síntesis de aminoácidos y proteínas. La concentración de amoníaco necesaria para maximizar la síntesis de proteínas microbianas se obtiene con niveles de 12 a 14% de PC en la dieta (González *et al.*, 2012). Las concentraciones de N-NH₃ en este estudio se encuentran dentro del rango mencionado: las dietas T1, T2 y T4 proporcionaron este nutriente de manera adecuada (Cuadro 1). Se debe dar especial importancia a este hecho cuando se usan dietas que incluyen pastos tropicales, que son deficientes en proteínas (<8% PC) y contribuyen a una baja respuesta animal (Ates *et al.*, 2013). En condiciones de pastoreo, las concentraciones de N-NH₃ pueden alcanzar valores de 42 mg dL⁻¹, en contraste, utilizando forrajes de alta calidad como en el caso de la alfalfa, se muestran picos superiores a 60 mg dL⁻¹ (Castillo-Castillo *et*

Cuadro 1. Composición química de la dieta.

| Dieta | DM | CP | NDF | ADF |
|-------------|------|------|------|------|
| | % | | | |
| Concentrado | 94.9 | 16.9 | 19.1 | 16.7 |
| Alfalfa | 92.7 | 26.8 | 31.3 | 24.7 |
| Taiwan | 41.3 | 8.0 | 73.1 | 63.7 |

DM=material seca, CP=proteína cruda, NDF=Fibra detergente neutro, ADF=Detergente ácido.

Cuadro 2. Consumo de materia seca total (g d⁻¹) de corderos alimentados con concentrado, heno de alfalfa (*Medicago sativa*), o pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*).

| Tratamiento | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Promedio |
|-------------|-------|--------|--------|----------|
| T1 | 794 a | 1065 a | 1335 b | 1064 a |
| T2 | 794 a | 1093 a | 1436 a | 1107 a |
| T3 | 718 b | 966 b | 1221 c | 968 b |
| T4 | 794 a | 1065 a | 1335 b | 1064 a |
| DMS | 4.98 | 8.51 | 7.93 | 5.61 |

T1=Concentrado comercial, T2=Concentrado comercial+heno de alfalfa, T3=Concentrado comercial+pasto Taiwán, T4=Heno de alfalfa. CV=Coefficiente de Variación. Medias en la misma columna con distinta literal no son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 3. Ganancia diaria de peso (g d⁻¹) de corderos alimentados con concentrado, heno de alfalfa (*Medicago sativa*), o pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*).

| Tratamiento | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
| T1 | 193 b | 197 b | 194 b | 195 b |
| T2 | 225 a | 232 a | 246 a | 234 a |
| T3 | 172 c | 180 c | 187 b | 180 c |
| T4 | 193 b | 197 b | 194 b | 195 b |
| DMS | 5.22 | 3.49 | 4.14 | 2.41 |

T1=Concentrado comercial, T2=Concentrado comercial+heno de alfalfa, T3=Concentrado comercial+pasto Taiwán, T4=Heno de alfalfa. CV=Coefficiente de Variación. Medias en la misma columna con distinta literal no son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Conversión alimenticia de corderos alimentados con concentrado, heno de alfalfa (*Medicago sativa*), o pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*). (kg de alimento kg de ganancia de peso⁻¹).

| Tratamiento | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|
| T1 | 4.11 a | 5.40 a | 6.85 a | 5.45 a |
| T2 | 3.52 b | 4.71 b | 5.83 c | 4.73 b |
| T3 | 4.17 a | 5.36 a | 6.52 b | 5.45 a |
| T4 | 4.11 a | 5.40 a | 6.85 a | 5.45 a |
| DMS | 0.04 | 0.05 | 0.06 | 0.02 |

T1=Concentrado comercial, T2=Concentrado comercial+heno de alfalfa, T3=Concentrado comercial+pasto Taiwán, T4=Heno de alfalfa. CV=Coefficiente de Variación. Medias en la misma columna con distinta literal no son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

Se indica un valor de pH de 6.2 a 6.4 en corderos Pelibuey, para ser considerado un animal sano (Hernández-Sánchez *et al.*, 2015). Los valores de pH del rumen en T2, T3 y T4 se encontraban en un rango normal, aun cuando la dieta implica la administración de suplementos con concentrado. Sin embargo, el uso de CC en T1 afectó ($p < 0.05$) al pH del rumen. Las dietas con un alto

al., 2015). Los niveles de nitrógeno amoniacal informados aquí se basaron en la concentración de proteína de la dieta (Cuadro 1) y su disponibilidad.

Ácidos grasos volátiles (AGV)

T2 mostró la concentración más alta ($p < 0.05$) de ácidos acético y propiónico, en comparación con las otras dietas (Cuadro 5), mientras que la concentración más baja ($p < 0.05$) de ácido acético se registró en animales alimentados con el T3. No hubo diferencias estadísticas entre la concentración de AGV en animales alimentados con T1 y T4. La concentración total de AGV en el líquido ruminal varió entre 0.2 y 1.5 g por 100 ml⁻¹, y dependió del tipo de dieta y tiempo de fermentación ruminal (Martineau et al., 2011). Los resultados que se muestran en este estudio están dentro del rango mencionado en la literatura (Martineau et al., 2011). La menor concentración de ácido propiónico en T1, en comparación con T2, puede explicarse por una posible inhibición de los microorganismos ruminales cuando se redujo el pH. T2 tuvo una mayor concentración de AGV debido a una fermentación ruminal más eficiente que produjo una mejor respuesta en el animal.

CONCLUSIONES

La combinación de CC y HA condujo a mejoras en la respuesta metabólica, el aumento de peso corporal y la conversión alimenticia. Aunque, cuando solo se utilizó HA en la dieta, el rendimiento productivo de los corderos fue similar al obtenido con CC. El heno de alfalfa se puede utilizar parcial o completamente para reemplazar CC para la producción intensiva de cordero bajo las condiciones tropicales.

Cuadro 5. Variables ruminales de corderos alimentados con concentrado, heno de alfalfa (*Medicago sativa*), o pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*).

| Variable | T1 | T2 | T3 | T4 | DMS |
|---|-------|-------|-------|-------|------|
| pH | 6.1b | 6.8a | 7.0a | 6.9a | 0.04 |
| N-NH ₃ , mg dl ⁻¹ | 18.7b | 26.5a | 10.4c | 17.5b | 0.10 |
| Ácido acético, mmol l ⁻¹ | 32.4b | 43.4a | 29.5c | 35.0b | 0.06 |
| Ácido propiónico, mmol l ⁻¹ | 16.2b | 20.1a | 14.7b | 15.9b | 0.03 |
| Ácido butírico, mmol l ⁻¹ | 5.4a | 3.3ab | 5.0a | 3.3ab | 0.06 |

T1=Concentrado comercial, T2=Concentrado comercial+heno de alfalfa, T3=Concentrado comercial+pasto Taiwán, T4=Heno de alfalfa. CV=Coefficiente de Variación. AGV=Ácidos grasos volátiles. Medias en la misma fila con distinta literal no son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$).

LITERATURA CITADA

- Alonzo G.L.A., Paniagua A.P.L. 2010. Efectos de dosis de calcáreo sobre el comportamiento productivo y calidad de la alfalfa. *Investigaciones Agrarias*, 12 (1), 35-39.
- AOAC. 2012. *Official Methods of Analysis*, 19th. Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D. C.
- Ates S., Feindel D., El Moneim A. and Ryan J. 2013. Annual forage legumes in dryland agricultural systems of the West Asia and North Africa Regions: research achievements and future perspective. *Grass Forage Science*, 69, 17-31.
- Cardozo P.W., Calsamiglia S., Ferret A., Kamel C. 2006. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 84, 2801-2808.
- Castillo-Castillo Y., Ruiz-Barrera O., Burrola-Barraza E., Arzola-Alvarez C., Corral-Luna A., Rodríguez-Muela C., Murillo-Ortiz M. 2015. Inclusion Levels of Fermented Apple Bagasse on *in vitro* Rumen Fermentation of Alfalfa Hay. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5, 40-46.
- Erwin E.S., Marco G.J., Emery E. 1961. Volatile fatty acids analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. *Journal of Dairy Science*, 44, 1768-1771.
- Galyean M. 1997. *Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research*. Texas Tech University.
- Gierus M., Kleen J., Loges R., Taube F. 2012. Forage legume species determine the nutritional quality of binary mixtures with perennial ryegrass in the first production year. *Animal feed science and technology*, 172(3), 150-161.
- González G.R., Torres H.G., Arece G.J. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 15(3), 3-20.
- González C.V., Valenzuela E.G., Santos J.A.O. 2012. Técnicas para estimar la degradación de proteína y materia orgánica en el rumen y su importancia en rumiantes en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 38(2), 1-16.
- Hernández-Sánchez D., Pinto-Ruiz R., Aranda-Ibáñez E.M., Mata-Espinosa M.Á., Hernández-Melchor G., Cruz-Hernández A., Ramírez-Bribiesca E., Hernández-Mendo O., Coutiño-Hernández P.R. 2015. Producción y calidad nutritiva de los forrajes de morera *Morus alba* y tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* para la suplementación de ovinos en pastoreo. *Quehacer Científico en Chiapas*, 10 (1), 29-39.
- Lucero M.H., Briones E.F., Lucero M.F.A., Hernández M.J., Castillo R.S.P., Martínez G.J.C. 2011. Estrategias para incrementar la producción de carne de ovinos de pelo en la Huasteca Potosina México. *Zootecnia Tropical*, 29 (3), 255-260.
- Martineau R., Sauvant D., Ouellet D.R., Côrtes C., Vernet J., Ortigues M.I., Lapiere H. 2011. Relation of net portal flux of nitrogen compounds with dietary characteristics in ruminants: A meta-analysis approach. *Journal of Dairy Science*, 94, 2986-3001.
- Mertens D.R., Lofen J.R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *Journal of Dairy Science*, 63, 1437-1446.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants, Sheep, goats, cervids, and new world camelids* (The National Academy Press, Washington, DC).

- Partida P.J., Braña V.D., Martínez R.L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47, 313-322.
- Sanginés G.L., Dávila S.P., Solano L., Pérez G.R.F. 2014. Arvenses de cafetal: identificación, evaluación química y comportamiento etológico de ovinos en pastoreo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 249-260.
- Van Soest P.J., Robertson J., Lewis B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Vanzant E.S., Cochran R.C., Titgemeyer E.C. 1998. Standarization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journal of Animal Science*, 76, 2717-2729.

