

Engorda de corderos Pelibuey con ensilaje de pulpa de naranja *Citrus sinensis* L. en jaulas elevadas

Finishing Pelibuey lambs with orange (*Citrus sinensis* L.) pulp silage on elevated cages

Raúl Velásquez Vélez, Ph.D.¹; Humberto Esquivel Mimenza, Ph.D.²; Leonel Montero-Canul, cMSc.³;

Juan Ku Vera, Ph.D.²

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

³ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

ravelasquezv@unal.edu.co

Resumen

Una de las principales desventajas de la engorda intensiva de ovinos es el elevado costo por concepto de alimentación basada estrictamente en alimentos comerciales, lo cual hace necesario explorar otras alternativas de alimentación. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de sustitución de alimento comercial (AC) con ensilaje de pulpa de naranja (EPN) sobre la ganancia de peso y rentabilidad económica de la engorda intensiva de corderos en jaulas elevadas. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 15 corderos de raza Pelibuey divididos en tres tratamientos; 0, 25 y 50% de sustitución de AC por EPN, donde la unidad experimental fue el lote de cinco animales, siendo cada animal una pseudoréplica. Los valores de ganancia de peso diario fueron sometidos a un análisis de varianza para medidas repetidas utilizando el peso inicial como covariable (SAS, 2001). Aunque el consumo de alimento se redujo cuando la dieta presentaba porcentajes altos de EPN (50%, T3), el peso final, la ganancia diaria y total de peso de los corderos, no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. La conversión alimenticia fue semejante para los tres tratamientos pero el T3 (50%) resultó 12% más económico que el testigo (T1), mientras que T2 (25 %) lo fue en un 6% más económico. Se concluye que un nivel de 25% de sustitución de AC por EPN no afecta significativamente variables productivas en la alimentación de los corderos y constituye una alternativa de bajo costo que proporciona adecuadas ganancias de peso.

Palabras clave: Alimentación de corderos, pulpa naranja, ganancia de peso, conversión alimenticia, costos de alimentación.

Abstract

One of the main disadvantages of sheep intensive fattening is the high feeding cost based only on commercial feed, making necessary to explore additional food sources. The objective of this study was to evaluate the substitution effect of commercial feed with citrus pulp silage on daily weight gain and profitability of intensive sheep fattening in elevated cages. A completely random design with 15 Pelibuey male sheep divided in three treatments; 0, 25% and 50% of substituted commercial feed with citrus pulp silage were used, where the experimental unit was the cage (5 sheep each) being each sheep a pseudo-replicate. Daily weight gain values were analyzed using ANOVA with repeated means using initial weight as a covariable (SAS, 2001). Although diets having high levels of EPN (50%, T3), reduced the feed consumption, no significant differences were found in final weight (kg), daily and total live gain (g day) of sheep ($P > 0.05$) between treatments. Feed conversion was also similar among all three treatments, but T3 (50%) and T2 (25%) resulted in a 12% and 6% reduction on the feed costs compared to the commercial feed costs. It is concluded that a level of 25% substitution of commercial feed do not have significant effects on productive variables of sheep and constitute an alternative feeding strategy of low cost that provides similar sheep performance as the commercial feed.

Keywords: Sheep feeding, citrus pulp, live weight gain, feed conversion, feeding costs.

Introducción

La engorda intensiva de corderos en confinamiento es una alternativa que posibilita la producción de carne con mayor rapidez, al tiempo que facilita el control de parásitos, ya que los animales no tienen contacto con las pasturas, principal fuente de contaminación (Reis *et al.*, 2001). Este tipo de producción presenta una mayor inversión en instalaciones, alimentación y mano de obra. El alto costo por concepto de alimentación es debido a que, en este tipo de sistema de producción, la base de la alimentación la constituye el alimento comercial, basado en granos importados y poco forraje, ya sea en forma de heno o ensilaje. A pesar de esta problemática, muy pocos productores incursionan en la formulación y elaboración de sus propias dietas y menos aún utilizan recursos locales para la suplementación, quizás la única opción para viabilizar este sistema de producción (Pereira *et al.*, 2008).

Un recurso local disponible en Yucatán (México) lo provee la industria del jugo de naranja, la cual genera un subproducto llamado *pulpa de cáscara de naranja* que corresponde al 50% de la fruta, y su valor en la alimentación de rumiantes es semejante al de los cereales, ya que posee alta digestibilidad (Van Soest, 1994). La pulpa de naranja se puede utilizar deshidratada, molida, peletizada, pero su alto costo de secado sugiere que la mejor forma de utilizarla es en forma húmeda, y se aconseja el ensilaje para poder conservarla (Itavo *et al.*, 2000). Aprovechando la disponibilidad de este recurso, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de sustitución de alimento comercial con ensilaje de pulpa de naranja sobre los parámetros de desempeño animal y la evaluación económica de la engorda intensiva de corderos en jaulas elevadas.

Materiales y métodos

Ubicación

El presente trabajo se realizó durante los meses de marzo, abril y mayo de 2012 en el rancho ovino San Alberto, ubicado en la Hacienda Poxilá, en el municipio de Umán (Yucatán, México) a una altura sobre el nivel del mar de 29 m. El clima es cálido subhúmedo (Aw0), con lluvias en verano, posee una temperatura media anual de 25,5 °C, una precipitación media anual de 900 mm con vientos dominantes del noreste.

Animales y manejo

Se utilizaron 15 corderos enteros de raza Pelibuey con un peso promedio de 19,3±3,49 kg. Los animales iniciaron el estudio una semana después del destete (60 días), y fueron vacunados contra clostridiosis (Ultrabac®) y Pasteurella (One Shot®), pero no

fueron desparasitados, ya que, de este grupo de animales, se seleccionan animales para reproductores y se considera su resistencia a parásitos como un criterio de selección. Una vez pesados, los animales fueron divididos en tres grupos homogéneos (n = 5 animales por jaula) de acuerdo con su peso inicial y alojados en jaulas elevadas de 3,2 m × 2,8 m y a una altura de 1,2 m a nivel del piso y una altura total de 2 m, donde permanecieron en confinamiento completo hasta finalizar el estudio. Las jaulas elevadas fueron provistas de un comedero tipo tolva con capacidad para cinco animales para suministrar el alimento comercial, de un comedero lineal de plástico de 3 m de largo para suministrar el silo de pulpa de cáscara de naranja y de dos bebederos de chupones automáticos para suministrar agua *ad libitum*. La limpieza del piso debajo de las jaulas se realizó cada dos días con agua a presión.

Alimentación

Para la alimentación de los corderos se utilizaron dos tipos de alimento:

1. Un alimento comercial (AC) para corderos en crecimiento de la marca Fogysa®, el cual tiene un costo por kilogramo de \$5,32 (pesos mexicanos).
2. Ensilaje de pulpa de cáscara de naranja (EPN) elaborado en el propio rancho San Alberto en un silo tipo búnker y almacenado durante tres meses. La cáscara de naranja fue obtenida de la empresa productora de jugos Deli, ubicada a 12km del rancho. El costo total por kilogramo de silo es de \$0,9 (pesos mexicanos). La información nutricional del ensilaje de la pulpa de naranja y del alimento comercial (Tabla 1) se obtuvo de muestras enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Tabla 1. Composición nutricional (% MS) del AC y el EPN para la alimentación de corderos Pelibuey en crecimiento en el rancho ovino San Alberto en la Hacienda Poxilá en el municipio de Umán, Yucatán (México)

Nutriente	AC	EPN
Materia seca	87,63	22,07
Materia orgánica	98,71	93,91
Proteína cruda	15,78	6,93
Extracto etéreo	3,11	2,51
Fibra detergente neutra	22,48	34,46
Fibra detergente ácida	5,65	33,00
Energía metabolizable (Mcal/kgMS)	2,9	2,6
Cenizas	2,47	4,71

Tratamientos

Para el presente estudio, se tuvieron tres tratamientos: el primero (T1) consistió en alimentar a los corderos con el 100% de alimento comercial, iniciando la engorda con 1.200 g de AC e incrementado la oferta de acuerdo con el peso vivo de los animales durante el proceso de ceba y hasta llegar a un consumo de 1.500 g animal día⁻¹. Basados en esta premisa, se reemplazó el 25 y el 50% del AC por EPN para el segundo y tercer tratamiento, respectivamente, y quedó entonces de la siguiente manera; T2: 900 g de AC más EPN a voluntad y T3: 600 g de AC más EPN a voluntad. El consumo del AC y del EPN se estimó diariamente mediante la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado por el lote.

Mediciones

Los animales tuvieron un periodo de acostumbramiento a la dieta de 10 días, y los pesajes se realizaron cada siete días al inicio de las actividades (8:00 a. m.) luego de un periodo de ayuno de 12 horas. Estos datos fueron tabulados junto con los datos de consumo de AC y EPN durante todo el periodo experimental (67 días) para su posterior análisis.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 15 animales y tres tratamientos, donde la unidad experimental es el lote de cinco animales. En el modelo general, además, se utilizó el peso inicial (Pi) de los animales como covariable, cuyo modelo matemático se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_j + \text{Covariable } (P_i),$$

donde:
 Y es la ganancia de peso diaria,
 μ es la media general,
 T_i es el efecto del tratamiento i ,
 E_j es el error general.

Análisis estadístico

Con el fin de analizar los pesos finales (PF), las ganancias de peso diario (GPD) y las ganancias de peso totales (GPT), se utilizó el procedimiento GLM (SAS, 2001) para comparación de medias, teniendo en cuenta el peso inicial (Pi) como covariable. Los datos obtenidos de los pesajes semanales se analizaron utilizando procedimientos de análisis de varianza para medidas repetidas empleando la sentencia REPEATED del procedimiento MIXED (SAS, 2001), la cual controla la estructura de covarianzas de los errores residuales (modelo Unstructured UN). A la variable consumo, no se le realizó análisis estadístico, ya que no se midió el consumo individual, sino que se calculó dividiendo el consumo del lote (cinco animales), se describió el consumo de MS (g día⁻¹), así como % de PV y % del peso metabólico.

Resultados y discusión

Consumo de materia seca (MS)

La ingestión total (g MS día⁻¹) de los corderos estuvo influenciada (diferencia numérica) por el porcentaje de inclusión de EPN, y se observó mayor consumo cuando la dieta presentaba menos porcentaje de EPN (Tabla 2). De la misma manera, el consumo de MS (% PV) fue menor numéricamente para el nivel de reemplazo del 50% y mayor para el tratamiento con el 0% de inclusión de EPN. El mismo comportamiento se encontró para el consumo relacionado con el peso metabólico de los corderos.

Tabla 2. Consumo de MS (g día⁻¹) como % del PV y como g por kg de peso metabólico de corderos alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de EPN en sustitución de AC

Tratamiento	T1 (0%)	T2 (25%)	T3 (50%)	EE*
MS (g día ⁻¹)	1225,43	1166,14	902,04	15,76
MS (% PV)	3,43	3,35	2,99	0,13
MS (g kg PV ^{0,75})	83,94	81,46	70,09	4,26

*Error estándar

Los resultados aquí reportados son contrarios a lo reportado por Pereira *et al.* (2008) con los mismos niveles de reemplazo por pulpa cítrica, quienes encontraron que, a mayor nivel de inclusión de pulpa de naranja, aumentan los niveles de consumo de MS. La disminución de consumo en las dietas con inclusiones del 25 y 50 % de EPN encontradas en

este estudio es debida al mayor porcentaje de FDN de la EPN: 34,46 % frente al 22,48 % del AC (Tabla 1), lo cual hace que los animales presenten un mayor llenado gastrointestinal, con menos solubilidad y presentando una menor tasa de degradación ruminal que el contenido celular de granos (Barahona y Sánchez, 2005). Otro factor que pudo influenciar el

menor consumo de MS de T2 y, especialmente, T3 es el mayor tamaño de partícula y alto contenido de humedad de EPN de 77,93 % frente a 12 % del AC, lo que genera un mayor tiempo de masticado y rumia y, a su vez, mayor llenado ruminal, que repercute en un menor consumo voluntario de MS (Barahona y Sánchez, 2005).

Desempeño productivo de los corderos

El peso inicial de los corderos (P_i) fue semejante ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos (Tabla 3), lo que indica que se realizó una buena aleatorización de los animales dentro de cada tratamiento. El peso final (P_f) de los corderos del tratamiento T3

fue menor de T2 y T1 ($p < 0,05$), lo que indica que la covariable (P_i) tuvo un efecto significativo en el análisis, ya que, sin el uso de esta, no se encuentran diferencias en los tratamientos. Los valores de GPT y GPD mostraron las mismas diferencias significativas ($T3 < T2 = T1$), lo que sugiere la importancia de la sustitución en un 25 % con EPN en la dieta diaria. Esta diferencia significativa está dada porque el T3 presentó un consumo de MS ($g^{día^{-1}}$) del 26,4 % menos que el T1 y del 22,7% menos que el T2, dado, principalmente, por el llenado ruminal que causa el EPN, mientras que el T2 presentó un 4,8% menos consumo de MS que el T1, lo que muestra un posible efecto asociativo entre los ingredientes dietarios (EPN y AC) que beneficiaron al T2.

Tabla 3. Desempeño productivo de corderos alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de EPN en sustitución de AC. Promedios y error estándar (EE)

Tratamiento	PI (kg)	PF (kg)	GPT (kg)	GPD (g)	Conversión (kgMS/kg gan)
0 (T1)	18,0 a (1,58)*	35,68 a (1,58)	17,68 a (1,23)	263,8 a (23,63)	4,84 a (0,47)
25 (T2)	18,4 a (2,23)	34,76 a (1,59)	16,36 a (1,23)	244,18 a (23,56)	4,73 a (0,47)
50 (T3)	17,4 a (2,23)	30,16 b (1,59)	12,76 b (1,24)	190,45 b (23,75)	4,67 a (0,47)

PI: peso inicial; PF: peso final; GPT: ganancia de peso total; GPD: ganancia de peso diario. a-b Valores con letras diferentes en una misma columna difieren significativamente ($p < 0,05$) según la prueba de Duncan. *Error estándar.

Estos resultados indican un potencial muy interesante para el EPN, ya que, como lo menciona Calsamiglia *et al.* (2004), la palatabilidad de EPN es buena y tiene digestibilidad elevada (85%), tiene una fermentación acética en el rumen, la solubilidad de la proteína es elevada (35-40 %), posee una degradabilidad efectiva del 65% y velocidad de degradación de 6 % h⁻¹. También tiene una digestibilidad intestinal de la proteína que escapa del rumen aproximadamente del 85 %.

Esto hace que el EPN sea buen complemento para la dieta en proporción del 25 %, y se encontraron los mismos resultados en cuanto a GPT y GPD que sí se alimentara con alimento comercial y el 50 % de sustitución del AC, desde el punto de vista económico, ya que no hay diferencia significativa entre conversión alimenticia de ningún tratamiento.

El control de la ingesta de MS en los animales alimentados con dietas con el 25 y 50 % de sustitución de AC por EPN probablemente resultó en el incremento de los compartimentos gastrointestinales, representado por altos consumos de FDN, tanto en % PV como en g/kg PV^{0,75}. Mientras que un mayor o menor límite de consumo está relacionado, más allá de las características de los animales, con la calidad del FDN de la dieta (Pereira *et al.*, 2008). Por otro lado, Ben-Ghedalia *et al.* (1989) corroboraron la alta digestibilidad del FDN

de la dieta que contiene pulpa de cítricos cuando evaluaron el efecto del almidón o de la pectina sobre la digestión de ovinos, y atribuyeron ese efecto a la calidad de la pared celular de la pulpa de cítricos.

Con el análisis de medidas repetidas bajo el modelo UN, se encontró que no hubo diferencia ($p = 0,39$) entre tratamientos, pero sí la hubo para las semanas de medición ($p < 0,0001$), lo cual era de esperarse, ya que semana tras semana los animales tenían incrementos de peso y, por ende, de consumo. El pesaje de los animales durante las nueve semanas aumentó, como se observa en el figura 1.

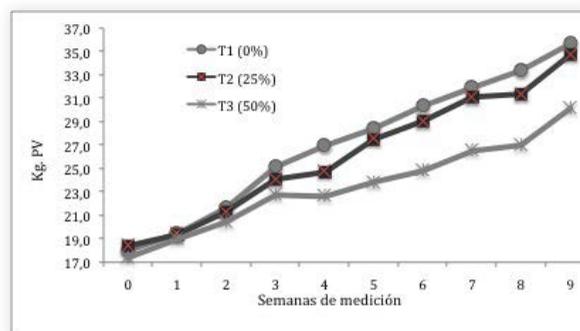


Figura 1. Peso semanal de corderos alimentados con dietas que contenían diferentes niveles de EPN en sustitución de AC. El número en paréntesis es el porcentaje de sustitución.

Evaluación económica de las dietas

La conversión alimenticia fue semejante para los tres tratamientos (Tabla 3). Esta tiene importancia económica, porque se consume similar cantidad de MS (kg.d-1) por cada kg de ganancia de PV de los corderos. Sin embargo, los costos de cada kg de PV producidos para T2 y T3 fueron menores (Tabla 4), siendo más económico producir corderos con un 50 % de sustitución de AC por EPN, seguido de la dieta con el 25 % de sustitución.

Tabla 4. Costos de kg de PV con cada uno de los tratamientos y la comparación del menor costo de los tratamientos con EPN frente a AC

Tratamiento	Costo kg PV (\$Mx)	% de ahorro
T1 (0%)	28,07	—
T2 (25%)	26,31	6%
T3 (50%)	24,7	12%

El peso al sacrificio (35 kg) de T2 y T1 se consigue al mismo tiempo, es decir, a las nueve semanas del destete de los corderos, mientras que T3 alcanza el peso de sacrificio cinco semanas después que T1 y T2 lo logran, o sea, a la semana 14 postdestete. Aunque a simple vista estos resultados pudieran considerarse como poco favorables, esto resulta interesante desde el punto de vista de que la venta de corderos es estacional, es decir, los animales tienen épocas establecidas en el año donde se venden a buen precio. Así, se pueden mantener animales disponibles todo el año y se acelera o se retrasa su engorda con sustitución o no de AC con EPN, según las necesidades del mercado.

Por otro lado, el precio de venta de kilogramo de PV de cordero, en la zona donde se realizó el experimento, oscila entre 24 y 27 \$Mx, lo cual hace factible la utilización de EPN, ya que, de no utilizarlo, el margen de ganancia sería mínimo, o incluso de pérdidas, puesto que producir un kilogramo de PV con solo AC cuesta más que el precio de venta (\$28,07 \$Mx.), lo que resulta en pérdidas económicas a los productores con el subsecuente abandono de la actividad.

Conclusión

El nivel del 25% de sustitución de alimento comercial por EPN proporciona ganancias de peso en corderos alimentados en jaulas elevadas similares a aquellos alimentados exclusivamente con alimento comercial. Sin embargo, buscando aprovechar la fluctuación de

la demanda del mercado (precio y disponibilidad de corderos), es posible sustituir el alimento comercial por ensilaje de pulpa de naranja hasta un nivel del 50 %, a pesar del mayor tiempo de engorda de los corderos. Se concluye que el alimento comercial puede sustituirse hasta un 25 % por EPN sin afectar las ganancias diarias de peso. El EPN es una alternativa alimenticia de bajo costo para la engorda de ovinos.

Referencias

- Barahona, R., Sánchez, S., 2005. Limitaciones físicas y químicas de digestibilidad. *Revista Corpoica* 6, 69-82. http://corpolec.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Revista/v6n1_p69_82_limitaciones_fisicoquimicas_digestpastos.pdf (consultado mayo de 2012).
- Ben-Ghedalia, D., Yosef, E., Miron, J., 1989. The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Animal Feed Science Technology* 24, 289-298.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., Bach, A., 2004. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid. 70 pp. http://www.fundacionfedna.org/subproductos_fibrosos_humedos/pulpa-de-c%C3%ADtricos (consultado mayo de 2012).
- Ítavo, L.C.V., Santos, G.T., Jobim, C.C., 2000. Substituição da silagem de milho pela silagem do bagaco de laranja na alimentação de vacas leiteiras. consumo, produção e qualidade do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29, 1498-1503.
- Pereira, M., De Azambuja, E., Yurika, I., Da Rocha, M., Tiemi, J., Yukio, E., 2008. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37, 134-139.
- Reis, W., Jobim, C.C., Macedo, F.A.F., 2001. Características de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 1308-1315.