

Alimentacion de ovinos en engorda con dietas con bagazo de manzana

Feeding of fattening sheep with apple bagasse diets

DOI: 10.53499/sfjeasv4n3-005

Received in: May 1st, 2024

Accepted in: Jun 30th, 2024

Ignacio Mejía Haro

Ph. D. in Nutrition. University of Nebraska, USA.
Instituto Tecnológico El Llano, Ags. TECNM
Ags. México
Correo electrónico: ignacio.mh@llano.tecnm.mx

Tania Ramírez Navarrete

Maestría en Educación Superior. Universidad Panamericana
Instituto Tecnológico El Llano, Ags. TECNM
Ags. México
Correo electrónico: tania.rn@llano.tecnm.mx

José de Jesús Campos Torres

MTI. Maestro en tecnologías de la información. Universidad interamericana para el
desarrollo, plantel Aguascalientes. México
Instituto Tecnológico El Llano, Ags. TECNM
Ags. México
Correo electrónico: jose.ct@llano.tecnm.mx

Mauricio Ramos Dávila

MSC. Maestro en Sistemas Computacionales. Universidad Cuauhtémoc plantel
Aguascalientes, México
Instituto Tecnológico El Llano, Ags. TECNM
Ags. México
Correo electrónico: mauricio.rd@llano.tecnm.mx

José Manuel Martínez Mireles

M.C. en Biotecnología Vegetal. Instituto Tecnológico El Llano, Ags. TecNm
Ags. México
Correo electrónico: jose.mm@llano.tecnm.mx

Carlos Fernando Aréchiga Flores

Doctor of Philosophy. Environmental Physiology of Reproduction. University of
Florida, USA
Universidad Autónoma de Zacatecas
Zac. México

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el bagazo de manzana ensilado (BAM) en dietas para corderos sobre los parámetros productivos y la fermentación ruminal. Se utilizaron 18 corderos machos destetados sin castrar Dorper-Kathadin (23.070 ± 2.207 kg, peso vivo inicial) durante 77 días, asignados en un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos: T1, control (dieta sin BMF); T2, dieta con 20% BMF; y T3, dieta con 40% BMF. Las dietas fueron isoproteicas y se determinó su composición nutricional. Se registró el consumo diario de alimento y los corderos se pesaron mensualmente, y se calculó la conversión alimenticia. Se determinó la producción de AGV, $N-NH_3$ y el pH del fluido ruminal. Los datos se analizaron mediante análisis de varianza utilizando SAS (2013), y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($P < 0,05$). La ganancia diaria de peso no fue diferente ($P > .05$) entre tratamientos. La conversión alimenticia fue mejor para T1 y T2 que T3 en el período de crecimiento ($P < 0.05$) pero no hubo diferencias en el período de finalización. La producción de AGV fue mayor ($P < 0.05$) en T3 que en T1 y T2; no hubo diferencias en la proporción de ácido acético y concentración de $N-NH_3$. La producción de ácido propiónico fue mayor en T1 en comparación con T2 y T3, y el ácido butírico fue mayor en T3 que en T1. El BMF es una alternativa para las dietas de corderos.

Palabras clave: ovejas, pulpa de manzana, ganancia de peso.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate ensiled apple bagasse (BAM) in lamb diets on productive parameters and ruminal fermentation. Eighteen uncastrated weaned male Dorper-Kathadin lambs (23.070 ± 2.207 kg, initial live weight) were used for 77 days, allocated in a completely randomized design with three treatments: T1, control (no BMF diet); T2, 20% BMF diet; and T3, 40% BMF diet. The diets were isoproteic and their nutritional composition was determined. Daily feed intake was recorded and lambs were weighed monthly, and feed conversion was calculated. VFA production, $N-NH_3$ and pH of the rumen fluid were determined. Data were analyzed by analysis of variance using SAS (2013), and means were compared with Tukey's test ($P < 0.05$). Daily weight gain was not different ($P > .05$) among treatments. Feed conversion was better for T1 and T2 than T3 in the growing period ($P < 0.05$) but there was no difference in the finishing period. VFA production was higher ($P < 0.05$) in T3 than in T1 and T2; there were no differences in acetic acid ratio and $N-NH_3$ concentration. Propionic acid production was higher in T1 compared to T2 and T3, and butyric acid was higher in T3 than in T1. BMF is an alternative for lamb diets.

Keywords: sheep, apple pulp, weight gain.

1 INTRODUCCION

Un aspecto relevante en la alimentación animal es la formulación de dietas al mínimo costo sin afectar los parámetros productivos ni la rentabilidad de la empresa, por lo que es importante darle interés en reducir costos en la alimentación. Una forma de conseguir esto es mediante la utilización de subproductos agroindustriales y pecuarios en la alimentación en las dietas de los rumiantes, tal es el caso del bagazo de manzana. Tanto

la manzana de desecho como los subproductos que aporta la industrialización de esta fruta, representan un potencial en la alimentación del ganado, con la ventaja de ser de bajo costo y de poseer nutrientes altamente fermentables por microorganismos como levaduras y bacterias (Rodríguez-Muela *et al.*, 2006; Becerra *et al.*, 2008; Rodríguez-Muela *et al.*, 2010).

En México, a estos subproductos no se les ha puesto mucha atención; sin embargo, en los pocos estudios que se han realizado algunos autores recomiendan incluir el bagazo de manzana en la crianza y engorda de bovinos (Manterola *et al.*, 1998), en bloques proteicos 70 % (Becerra, 1998) y en vacas lecheras un 30 % (Anrique, 2002). Los componentes más variables del bagazo fresco son la materia seca (MS, de 10 a 26%), la fibra cruda (FC, de 14 a 23%) y la proteína cruda (PC, de 4 a 8%) variación influida por el tipo de manzana, su estado de madurez y diferencias en el procesamiento (Manterola *et al.*, 1998). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos alimentados con dietas integrales a base de bagazo de manzana fermentado con subproductos agropecuarios (BMF) y complementadas con otros ingredientes alimenticios.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la unidad experimental de ovinos del Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes, ubicado en el kilómetro 18 carretera Aguascalientes-San Luis Potosí a 1875 msnm. Consistió en una prueba de comportamiento productivo de borregos por 77 d, en dos etapas: crecimiento, y finalización. En la penúltima semana se obtuvo fluído ruminal de los borregos mediante una bomba de vacío y sonda para llevar a cabo los análisis de pH ruminal, ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacal (N_{-NH_3}), y se determinó la digestibilidad *in situ* de la MS (Orskov *et al.*, 1980)

Se utilizaron 18 borregos machos enteros, cruza Dorper-kathadin (X, 23.07 kg, PV) alojados en jaulas individuales con comedero y bebedero de chupón, y se desparasitaron internamente (Ivermectina y levamisol; 1 mL/20 kg PV), vacunaron y se les aplicó una inyección de vitaminas (ADE; 1 mL animal⁻¹). Se sometieron a un período de adaptación a las dietas e instalaciones por 15 días, y se les proporcionó el alimento dos veces al día, a las 09:00 y 15:00 h. Los corderos fueron asignados a un diseño completamente al azar con tres tratamientos: T1, grupo testigo (Dieta sin bagazo de manzana fermentado); T2, Dieta con el 20% de bagazo de manzana fermentado; y T3,

Dieta con el 40% del bagazo de manzana fermentado (Cuadro 1). Las dietas tratamiento fueron isocalóricas e isoprotéicas y se analizó su composición nutricional. Se registró el consumo y rechazo de alimento diariamente por cordero y se pesaron tres veces en el periodo; la conversión alimenticia fue calculada al final de la prueba de comportamiento productivo, dividiendo el número de kg de alimento consumido entre los kg de aumento de peso. Se colectó fluido ruminal de los borregos para evaluar PH, AGV, y N-NH₃.

En las dietas tratamiento se determinó la MS, y se realizó el análisis bromatológico de acuerdo a AOAC (2012), y la Fibra Detergente Neutra y Acida (Van Soest *et al.*, 1991). Las variables de respuesta fueron las siguientes: consumo de alimento, ganancia diaria de peso (GDP); ganancia de peso en el periodo y conversión alimenticia, digestibilidad *in situ* y productos de la fermentación ruminal.

Para la determinación de AGV se preparó una solución de líquido ruminal y ácido metafosfórico al 20% en la proporción de 4:1 v/v. Posteriormente, las muestras de fluido ruminal tratado se conservaron en refrigeración a 4°C, hasta el momento de la determinación de los AGV mediante cromatografía de gases Perkin Elmer® Co., Clarus 560 D Gas Chromatograph (Erwin *et al.*, 1961). También se determinó N-NH₃, mediante un espectrofotómetro VARIAN CARY-1E (McCullough, 1967). El pH ruminal se determinó usando un potenciómetro al momento de obtener la muestra de fluido ruminal individual. El muestreo se llevó a cabo 6 h después de ofrecer el alimento. Se obtuvo una cantidad aproximada a 150 ml de fluido ruminal por cordero, utilizando una bomba de extracción conectada a una sonda esofágica-ruminal ½”.

Los datos se analizaron mediante SAS (2008) usando el peso vivo inicial como covariable y la comparación de medias fue realizada por comparación de medias de Tukey. Se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = m + t_i + b(X_{ij} - x_{..}) + e_{ij},$$

Donde Y_{ij} = variable respuesta; m = media general; t_i = efecto del i -ésimo tratamiento; b = coeficiente de regresión; X_{ij} = covariable (peso vivo inicial) y e_{ij} =error experimental.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química de las dietas experimentales

INGREDIENTES	T1	T2	T3
Alfalfa	30	25	19.75
Harina de soya	15	5.5	0
Sorgo	13.3	8.2	4.65
Melaza	8	8	8
Sebo	3	5.6	6.5
Maíz rolado	16	6	0
Harina de carne	5	5	4
Microminerales	0.1	0.1	0.1
Sal común	0.3	0.3	0.3
Bicarbonato de sodio	1	1	1
Aluminosilicatos	0.3	0.3	0.3
Urea	0	0	0.4
Soy plus	0	9	9
Ensilado de bagazo de manzana	0	20	40
Harinolína	0	6	6
COMPOSICIÓN QUÍMICA*			
MS %	93.09	92.92	92.57
PC %	21.7	22.22	22.40
EE %	5.79	7.4	7.78
Cenizas %	9.85	12.68	15.56
CNF %	46.31	38.13	32.03
FDN %	16.35	18.4	18.52
FDA %	11.01	12.99	11.61
TND**	75.56	72.62	71.32
EM (Mcal/kg)**	2.579	2.579	2.574
Ca **	0.94	0.93	0.83
P**	0.53	0.56	0.51
% Digestibilidad <i>in situ</i>	62	60	60

*Análisis en laboratorio, **Calculado de Cuadros del NRC (1985).“Incubación de las dietas tratamiento a evaluar (cuatro repeticiones por tratamientos) por 48 h en 2 vacas fistuladas del rumen.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimento

El consumo de alimento de los corderos en el período de crecimiento fue mayor ($P < 0,05$) en T3 (40% BMF) que en T1 o T2 cuando se expresó en kg en el período, $g \text{ kg}^{-1} \text{ PV}$ y ($g / \text{kg}^{0,75}$), y los corderos de T2 (20% BMF) tuvieron un mayor consumo de alimento que los de T1 (0% BMF) cuando se expresó como $g \text{ kg}^{-1} \text{ PV}$ (Cuadro 4). La palatabilidad del ensilado de bagazo de manzana podría aumentar el consumo de alimento en los corderos de T3, pero este aumento ya no se observó en los corderos en el período de finalización, probablemente porque los corderos y los microbios del rumen ya estaban adaptados a sus respectivas dietas (Mahgob & Early, 2000) y también debido a cambios químicos que afectan la palatabilidad del ensilado de bagazo de manzana con el tiempo. Además, el tamaño menor de partícula de la dieta T3 logrado por la mayor inclusión de BMF podría influir en el consumo de alimento al aumentar el consumo de alimento

finamente picado, que puede minimizar el efecto del llenado físico del rumen (Fimbres et al., 2002).

Taasoli & Kafilzadeh (2008) también reportaron aumentos en el consumo de alimento en corderos en crecimiento alimentados con dietas que contenían 30% de BMF en sistemas intensivos, lo que no ocurrió en el período de engorde. En vacas lecheras, Anrique & Dossow (2003) también reportaron un incremento en el consumo de alimento cuando se aumentó la pulpa de manzana ensilada en la dieta. En contraste, Rumsey & Lindahl (1982) alimentaron ovejas gestantes con una dieta que contenía 60% (base MS) de bagazo de manzana fresco hasta el parto y observaron que el consumo de energía era deficiente, principalmente en el último tercio de la gestación, cuando el consumo de nutrientes estaba limitado por la alta humedad y el bajo contenido de nutrientes del bagazo de manzana. Este problema no se presentó en nuestro estudio, ya que el BMF se limitó a 20 y 40%, y contenía menos humedad debido a que el bagazo se mezcló con subproductos agrícolas que se utilizaron en el proceso de ensilaje, y los corderos cumplieron con todos los requerimientos de nutrientes.

Pedraza y Pacheco (2000) reportaron consumos de alimento promedio entre 55 y 60 g MS kg^{-0.75} en corderos machos de 24 kg alimentados con heno de *Digitaria decumbens*, valores que están por debajo de los encontrados en nuestro estudio (98 y 120 g MS kg^{-0.75} para corderos en crecimiento alimentados con dietas que contenían 20 y 40% de BMF, respectivamente, esto debido a que sus dietas contenían mayores contenidos de fibra y menor energía, que aumentan el tiempo de retención en el rumen y en consecuencia disminuye el consumo de materia seca (Kawas et al. 1991; Paulina et al. 2013; Pinto et al. 2020).

Ganancia de peso

No se observaron diferencias ($P \geq 0.05$) en la ganancia diaria de peso de los corderos (Cuadros 2 y 3) entre tratamientos tanto en crecimiento como en finalización. Esto en parte debido a que las dietas de los tres tratamientos fueron formuladas para ser isoenergéticas e isonitrogenadas y la degradabilidad de la MS fue similar entre ellas, ya que los carbohidratos del BMF están constituidos por componentes con alta digestibilidad (Castillo et al., 2011). En un estudio con corderos de reemplazo, Mejía-Haro et al. (2018) obtuvieron ganancias de peso de 183, y 148 g d⁻¹ utilizando 30% de bagazo de manzana ensilado en dietas con y sin contener excretas de aves, respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos en este estudio, en parte porque se utilizaron corderas, las cuales

tienen una menor ganancia de peso que los corderos machos (Bores et al., 2002) y dichas dietas tenían menores contenidos de proteína; y se utilizaron fuentes de nitrógeno no proteico de alto contenido como excretas de aves y urea. Además, se reportaron problemas de fermentación alcohólica del bagazo de manzana, lo que influye en el consumo de alimento (Castillo et al., 2011).

En un estudio en corderos machos, Taasoli y Kafilzadeh (2008) alimentaron dietas que contenían bagazo de manzana ensilado (30% MS) o seco (20%) y reportaron ganancias de peso diarias de 200 y 192 g, respectivamente. Estos valores son inferiores a los obtenidos en nuestro estudio, en parte porque estos investigadores utilizaron dietas que contenían mayores contenidos de fibra y no incluyeron melaza como saborizante en el ensilaje de bagazo de manzana, que estimula el consumo de alimento (Lobato et al., 1980) y la respuesta de los corderos en la ganancia de peso posiblemente también estuvo influenciada por la raza utilizada (). La ausencia de diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) en el peso vivo final (PV Final) entre tratamientos en el periodo de crecimiento y finalización (Cuadros 2 y 3) podría deberse a la respuesta similar en GDP en las tres dietas tratamiento utilizadas y a que todos los corderos tuvieron un peso inicial similar en el periodo de crecimiento que en el de finalización. Además de eso, el contenido de energía y proteína de las dietas fue similar entre tratamientos.

Conversión Alimentaria

Los valores de conversión alimenticia en corderos en crecimiento (Cuadro 2) fueron menores en los tratamientos 1 y 2 que en el tratamiento 3 ($P \leq 0.05$), lo que podría deberse al alto contenido de humedad del bagazo de manzana y a la mayor cantidad de BMF contenida en la dieta del tratamiento 3, lo que podría afectar la capacidad del rumen, incrementando la tasa de paso (Allen, 1996) y consecuentemente mayor consumo y menor digestibilidad de la MS con respecto al T1 y T2. La conversión alimenticia en corderos en el periodo de finalización (Cuadro 3) no mostró diferencias estadísticas ($P \geq 0.05$) entre tratamientos, lo que podría deberse a que el volumen ruminal de los corderos del T3 aumentó debido al estímulo de llenado (Owens y Goetsch, 1993) y por lo tanto, el consumo de alimento y la ganancia de peso diaria fueron similares en todos los tratamientos. Los valores de CA obtenidos son similares a los reportados por Taasoli y Kafilzadeh (2008) en corderos machos alimentadas con dietas similares que incluían bagazo de manzana ensilado o seco. Valores de conversión alimenticia más altos fueron reportados por Mejía-Haro et al. (2018) en corderas de reemplazo alimentadas con una

dieta que contenía 30% de bagazo de manzana con 0 y 20% de excretas de aves (6.24 y 5.72).

Cuadro 2. Parámetros productivos de ovinos en Desarrollo alimentados con dietas con diferente contenido de ensilado de bagazo de manzana

Variable	T 1	T 2	T3	ESM
Peso Inicial (kg)	23.23	22.56	23.20	2.207
Peso Final (kg)	32.05 ^a	31.98 ^a	32.07 ^a	3.395
Consumo de alimento, (kg)	31.707 ^b	35.255 ^b	43.502 ^a	4.950
Consumo de alimento/kg PV, (g)	36.95 ^c	41.66 ^b	50.87 ^a	4.279
Consumo de alimento (g/kg ^{0.75})	87.9 ^b	98.4 ^b	120.3 ^a	9.8
GDP (g d ⁻¹)	287 ^a	303 ^a	287 ^a	53
GTP (kg)	8.821 ^a	9.417 ^a	8.877 ^a	1.621
Conversión Alimenticia	3.63 ^b	3.79 ^b	4.92 ^a	0.392

^{abc}Diferentes literales en la misma hilera indica diferencias entre tratamientos, P<0.05.

ESM= Error standard de la media

GDP= Ganancia diaria de peso

GTP= Ganancia total en el periodo

Cuadro 3. Parámetros productivos de ovinos en finalización alimentados con dietas con diferente contenido de ensilado de bagazo de manzana

Variable	T1	T2	T3	ESM
Peso Inicial (kg)	32.054	30.983	32.075	3.390
Peso Final (kg)	46.813 ^a	44.942 ^a	46.258 ^a	4.194
Consumo de alimento, (kg)	68.235 ^a	63.315 ^a	68.888 ^a	5.548
Consumo de alimento, (g)	37.70 ^a	35.86 ^a	38.30 ^a	4.950
Consumo de alimento (g/kg ^{0.75})	144.5 ^a	136.6 ^a	146.7 ^a	5.4
GDP (g d ⁻¹)	320 ^a	303 ^a	310 ^a	55
GTP (kg)	14.758 ^a	13.958 ^a	14.183 ^a	2.562
Conversión alimenticia	4.78 ^a	4.57 ^a	4.93 ^a	0.687

^{abc}Diferentes literales en la misma hilera indica diferencias entre tratamientos, P<0.05.

ESM= Error standard de la media

GDP= Ganancia diaria de peso

GTP= Ganancia total en el periodo

Fermentación Ruminal

La concentración total de AGV (Cuadro 4) fue mayor (P < 0,05) en T3 que en T1 y T2, y no se encontraron diferencias entre T1 y T2. Lo anterior no tiene una explicación clara, y tal vez, existieron diferencias en la degradabilidad de la FDN entre tratamientos. Aunque el valor de FDN determinado químicamente en la dieta T3 fue mayor que los de T1 y T2, el reducido tamaño de partícula y gravedad específica del BMF junto con el alto contenido de pectina y otros componentes podrían favorecer la tasa de degradabilidad y consecuentemente el aumento de la producción molar de AGV (Allen y Grant, 2000; Del

Valle et al., 2006) en comparación con una fibra con mayor contenido de celulosa como la alfalfa, que aportó la mayor parte de la fibra en la dieta de T1 y T2. Las tres dietas también incluyeron 8% de melaza, que proporciona carbohidratos rápidamente disponibles en el rumen y la dieta de T3 incluyó urea, que también fue un componente del BMF que proporciona N con rápida disponibilidad y junto con la melaza como fuente de carbohidratos fácilmente degradables beneficia la síntesis microbiana del rumen y su actividad fibrolítica (Gozho & Mutsvangwa, 2008). Una mayor producción de AGV se asocia con valores de pH ruminal más bajos como en T3, que registró un valor de pH más bajo que T2 y T1. La producción de ácido acético fue similar entre tratamientos ($P>0.05$) y el ácido propiónico fue mayor en T1 ($P<0.05$) que en los tratamientos con BMF, esto se puede explicar porque la dieta T1 contenía mayor porcentaje de granos que T2 y T3, lo que favorece la producción de ácido propiónico y disminuye la relación acetato a propionato. En contraste, el ácido butírico fue mayor ($P<0.05$) en T3 que en T1, estos valores están influenciados por la concentración de ácido propiónico, que a su vez es favorecida por el nivel de granos en la dieta (Agle et al., 2010, Ramos et al. 2021). La relación acetato a propionato fue mayor en T3 que en T1 y no se observaron diferencias entre T1 y T2, ($P>0.05$). La relación acetato a propionato en T3 indica que por cada 2.6 unidades de acetato se obtiene una unidad de propionato. Sin embargo, en animales de engorde es una relación menor, lo cual se logra con dietas altas en concentrados (Agle et al., 2010) y esto ocurre cuando la cantidad de concentrado es mayor a 70% y se obtienen las proporciones de AGV (ácido acético, propiónico y butírico) 45:40:15, respectivamente. En nuestro estudio, las relaciones promedio encontradas fueron 56:27:16; valores similares (58:29:14) fueron reportados por Mejia-Haro et al. (2019) en dietas que contenían 30% de forraje.

Mora et al. (2002) obtuvieron relaciones de acetato: propionato de 2.0 en dietas que contenían 50% de sorgo, 30% de rastrojo de maíz y enzimas exógenas para aumentar la digestibilidad de la dieta y aunque se esperaba un aumento en la concentración de propionato (relación reducida) debido a la mayor digestibilidad ruminal del almidón, esto no se observó. La concentración de acetato se reduce con el alto nivel de concentrado, pero no hay cambios significativos en el nivel de producción, lo que se explicaría porque al aumentar la producción de propionato se podría incrementar significativamente la tasa de absorción de todos los ácidos grasos (Rodríguez y Llamas, 1990).

La concentración de N_{NH_3} en el rumen es un balance entre la producción y su utilización o absorción, y es un nutriente crítico para los microorganismos ruminales en

concentraciones que van desde 1 a 29 mg/100 mL⁻¹ (Khalili & Sairanen, 2000). Existen varios factores que influyen en la concentración de N_{NH3} en el fluido ruminal: el porcentaje de degradabilidad de la proteína de la dieta, la disponibilidad de carbohidratos, el tiempo de muestreo después de ofrecer el alimento, el nivel y tasa de consumo, la inclusión de urea en la dieta, entre otros. (Castillo-Lopez & Domínguez-Ordóñez, 2019). En nuestro estudio, la concentración promedio de N_{NH3} no fue diferente (P>0.05) entre tratamientos (Cuadro 4), lo que indica una degradabilidad y utilización de proteína similar entre tratamientos. T2 y T3 presentaron valores entre 5 a 8 mg/100 mL⁻¹, ya reportados y considerados óptimos para una adecuada producción de proteína microbiana (Kim et al., 2010).

La degradabilidad de las proteínas está directamente relacionada con su solubilidad dentro del rumen, cuando esta es baja, la liberación de amoníaco disminuye; por lo tanto, la síntesis de proteína microbiana se ve limitada por la falta de este compuesto (Castillo-Lopez & Domínguez-Ordóñez, 2019). El valor medio del pH ruminal fue menor en los corderos de T3 que en los de T1 y T2 y se reflejó en una mayor concentración de AGV. Otros autores (Abdollahzadeh y Abdulkarimi, 2012) también han encontrado una reducción del pH al aumentar la producción de AGV como resultado de un aumento en la tasa de degradación del orujo de manzana y otros subproductos alimenticios.

Cuadro 4. Concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), pH y nitrógeno amoniacal en borregos alimentados con dietas adicionadas con ensilado de manzana fermentados con subproductos agropecuarios

Variable		T1	T2	T3	CV%
AGVt	mmol	54.81 ^b	64.25 ^b	92.66 ^a	13.84
Acético	%	54.66 ^a	56.26 ^a	58.27 ^a	4.70
Propiónico	%	32.50 ^a	27.20 ^b	22.68 ^b	11.49
Butírico	%	12.81 ^b	16.56 ^{ab}	19.10 ^a	17.54
A:P		1.70 ^b	2.11 ^{ab}	2.60 ^a	15.52
N-NH ₃ (mg/100 mL)		2.97 ^a	7.13 ^a	7.28 ^a	56.75
pH ruminal		6.63	7.06	6.37	

p= .05

Digestibilidad *in situ* de las dietas tratamiento

En la prueba de digestibilidad *in situ*, los valores fueron adecuados y similares entre los tratamientos (Cuadro 1) y aunque los tratamientos con bagazo de manzana contenían una concentración mayor de fibra detergente neutra, los componentes de ésta son principalmente pectinas con un alto grado de digestibilidad.

4 CONCLUSIONES

La inclusión de 20 y 40% de una mezcla de bagazo de manzana con subproductos agropecuarios en dietas integrales no afectó los parámetros productivos en borregos en desarrollo y engorda pero si expresó diferencias en los productos de la fermentación ruminal y redujo costos de producción de un 9 a 18%.

REFERENCIAS

- Abdollahzadeh, F., and R. Abdulkarimi (2012). The effects of some agricultural By-products on ruminal fermentation and apparent digestibility of Holstein dairy cows. *Life Science Journal* 9(4) 81-85.
- Agle, M., Hristov, A.N, S. Zaman, Schneider, C., Ndegwa, P.M. and V.K. Vadella (2010). Effect of dietary concentrate of rumen fermentation, digestibility, and nitrogen losses in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:4211-4222.
- Allen, M.S. (1996). Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Anim. Sci.* 74:3063-3075.
- Allen, D. M., and R.J. Grant (2000). Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83:322–331.
- Anrique GR, y M.P. Viveros (2002). Efecto del ensilado sobre la composición química y degradabilidad ruminal de la pomasa de manzana. *Arch. Med. Vet.* 34(2): 189-197.
- Anrique GR, y C.C. Dossow (2003). Efectos de la pulpa de manzana ensilada en la ración de vacas lecheras sobre el consumo, la tasa de sustitución y la producción de leche. *Arch Med Vet* 35(1).
- AOAC (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*. 19th edition. (Métodos oficiales de análisis de la AOAC Internacional). Gaithersburg, MD, USA.
- Becerra, A. (1998). Elaboración de bloques proteicos para suplementación de ganado en agostadero utilizando un subproducto de manzana con cuatro tipos de secante. (tesis de maestría) Chihuahua, Chih. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Bores, Q.R.F., Velazquez, M.P.A., y A.M. Heredia (2002). Evaluación de razas terminales en esquemas de cruce comercial con ovejas de pelo F1. *Tec Pec México* 40 (001): 71-79.
- Castillo, Y., O. Ruiz, C. Angulo, C. Rodríguez, y A. Elías (2011). Inclusión de residuos de panadería en algunos metabolitos e indicadores bromatológicos de la fermentación en estado sólido del bagazo de manzana. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 45(2): 141-144.
- Castillo-Lopez, E., y M.G. Domínguez-Ordóñez (2019). Factores que afectan la composición microbiana ruminal y métodos para determinar el rendimiento de la proteína microbiana. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 10(1): 120-148.
- Del Valle, M., M. Camara, and M.E. Torija (2006). Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 1232–1236.
- Erwin, E.S., G.J. Marco, and E.M. Emery (1961). Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. *J. Dairy Sci.* 4(9) 1768-1771.
- Fimbres, H., G. Hernandez-Vidal, J.F. Picon-Rubio, J.R. Kawas and C.D. Lu (2002). Productive performance and carcass characteristics of lambs fed finishing rations containing various forage levels. *Small Ruminant Res.* 43:283-288.

Gozho, G.N. and T. Mutsvangwa (2008). Influence of carbohydrate source on ruminal fermentation characteristics, performance, and microbial protein synthesis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:2726-2735.

Kawas, J. R.; Luevano, J. L.; and R. de la Cruz. Effect of varying structural and nonstructural carbohydrate components in diets of pelibuey sheep on intake, digestion and rumination. *Proceedings of the Hair Sheep Research Symposium*. Ed. Stephan Wildeus. University of the Virgin Islands, Agricultural Experiment Station, St. Croix, U. S. Virgin Islands. p. 343- 348. 1991b.

Khalili, H. and A. Sairanen (2000). Effect of concentrate type on rumen fermentation and milk production of cows at pasture. *Animal Feed Science and Technology* 84:199-212.

Kim, K.H., Jin, G.L., Oh, Y.K. and M.K. Song (2010). Effects of starch and protein sources on starch disappearance in the gastrointestinal tract of Hanwoo (Korean native) steers. *J. Anim. Sci.* 81:331–337.

Lobato, S.F.P., Pearce, G.R., and R.G. Beilharz (1980). Effect of early familiarization with dietary supplements on the subsequent ingestion of molasses-urea blocks by sheep. *Applied Animal Ethology* 6(2) 149-161.

Mahgob, D., Lu, C.D. and R.J. Early (2000). Effect of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small rumin. Research* 37:35-42.

Manterola H, Porte E, Cerda D, Shiran L, y G. Casanova (1998). Comportamiento productivo de toritos Hereford alimentados con altos niveles de pomasa de manzana. *Avances en Producción animal*; 23:73-79.

McCullough, H. (1967). The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clin.Chem. Acta* 17: 297-304.

Mejía-Haro, I., Mora de A. M., Martínez M. J.M., Vitela M. I. and J. Mejía-Haro (2018). Effect of Apple pomace and poultry manure in mixed diets on productive performance in replacement female lambs. *J. Anim. Vet. Adv.* 17:45-50.

Mora JG, Bárcena, GR, Mendoza M.G.D., González, M.S.S, y H.J.G. Herrera (2002). Respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. *Agrociencia* 36:1 31-39.

Orskov, E. R., Hovell, F.D. and F.L. Mould (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Third Annual Conference on Tropical Animal Production, Mérida, Yuc., México*, p 195-213.

Owens, F.N. and A.L. Goetsch (1993). *Ruminal Fermentation*. In: Church D.C. editor. *The ruminant animal. Digestive, Physiology and Nutrition*. 1st ed. USA. Waveland Press Inc. ISBN13 9780881337402, p 145-171.

Paulina, G., Avondo, M., Molle G., Dias-Francesconi, A.H., Atzori, A.S. and A. Cannas (2013). Models of estimating feed intake in small ruminants. *Revista brasileira de Zootecnia*. 42(9):675-690.

Pinto, A.C., Bertoldi, G.P., Felizari, L.D., Dias, E.F., Demartini, B.L., Nunes, A.B., Squizzatti, N.M., Silvestre, A.M., Oliveira, L.F., Skarlupka, J.H., Rodrigues, P.H., Cruz,

G.D., Suen, G. and D.D. Millen (2020). Ruminal fermentation pattern, bacterial community composition, and nutrient digestibility of Nellore cattle submitted to either Nutritional restriction or intake of concentrate feedstuffs prior to adaptation period. *Frontiers in Microbiology* 13:1-13.

Ramos, S.S., Jeong, C.H., Mamuad, L.L., Kim, S.H., Kang, S.H., Kim, E.T., Cho, Y., and S.S. Lee (2021). Diet transition from high-forage to high-concentrate alters ruminal bacterial composition, epithelial transcriptomes and ruminal fermentation parameters in dairy cows. *Animals* 11: 838.

Rodríguez GF, Llamas LG. (1990). Digestibilidad, balance de nutrimentos y patrones de fermentación ruminal. In: R.A. Castellanos, L.G. Llamas y S. A. Shimada, *Eds. Manual de técnicas de investigación en ruminología*. Sistemas de Educación Continua en Producción Animal en México, A.C. México, D.F. 1990; 95-126.

Rodríguez-Muela C, Meléndez NA, Lucero AJF, Rodríguez RHE, Hernández GC, Arzola AC.(2006). Elaboración de Bloques Fraguados con o sin manzarina. *Memorias, XXXIV Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y X Reunión Bienal del Grupo Norte Mexicano de Nutrición Animal* 2006: 170-173.

Rodríguez-Muela C, Díaz D, Salvador F, Ruiz O, Arzola C, Flores A, La O O, y A.Elías. (2010). Efecto del nivel de urea y pasta de soya en la concentración de proteínas durante la fermentación en estado sólido de la manzana (*Malus domestica*). *Rev. Cubana de Cien. Agrí.* 44:1 23-26.

Rumsey, T.S. and I.L. Lindahl (1982). Apple Pomace and urea for gestating Ewes. *J. Anim. Sci.* 54:221-234.

Statistical Analysis Systems (SAS) (2008). *Statistical Analysis Systems Institute User's Guide* (9.2 ed.). SAS Inst. Inc.

Taasoli, G. and F. Kafilzadeh (2008). Effects of dried and ensiled Apple Pomace from puree making on performance of Finishing Lambs. *Pakistan J. of biological Sci.* 11(2):294-297.

Van-Soest, P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non- starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci.* 74:3583-3597.