

Alimentación de ovinos con heno de avena cosechado en dos etapas de madurez en el noroeste de Chihuahua, México

Ramírez, S.¹*; Dominguez, D.²; Villalobos, G.²; Ortega, J.A.² y Salmerón, J.J.³

¹Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Papaloapan. Loma Bonita, Oaxaca. México.

²Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.

³Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Cuauhtémoc, Chih. México.

RESUMEN

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Avena sativa.
Ovejas.
Granos cereales.
Forraje.

Manipular la variedad y la etapa de madurez al corte del heno de avena (*Avena sativa* L.) puede mejorar el valor nutricional del forraje y por tanto la respuesta productiva de los animales. Se evaluó el efecto de la alimentación de corderas con heno de tres variedades de avena, cosechadas en dos etapas de madurez. El estudio se llevó a cabo en el noroeste del estado de Chihuahua, México. La hipótesis fue que la avena cosechada en madurez fisiológica presenta mayor proporción de grano lo que mejora el valor nutritivo del forraje y la ganancia de peso en las corderas. Las variedades de avena evaluadas fueron Cuauhtémoc, Menonita y Bachiniva. Las avenas fueron cosechadas para heno en las etapas de grano lechoso-masoso (L-Masoso) y madurez fisiológica (M-Fisiológica). Se usaron 72 corderas ($21,2 \pm 3,7$ kg), que fueron agrupadas por peso y alimentadas *ad libitum* durante 63 d, con una ración compuesta de 65 % heno de avena y 35 % concentrado. El diseño fue en bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 2 entre variedad y etapas de madurez. La composición química de los forrajes fue similar entre las variedades de avena. No se observó efecto de variedad ni etapa de madurez sobre el comportamiento productivo de las corderas. El consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia en L-Masoso y M-Fisiológica fueron 1,03 y 1,01 kg, 119 y 130 g, y 9,6 y 8,9 kg a-1 d-1, respectivamente. La falta de respuesta en los animales se atribuyó a la composición química similar que presentaron los forrajes. Aunque la avena cosechada en L-Masoso mejoró ($P < 0,05$) la digestibilidad de los nutrientes de la dieta, la respuesta en los animales no fue diferente de la avena cosechada en M-Fisiológica.

Feeding sheep with oat hay harvested at two maturity stages

SUMMARY

ADDITIONAL KEYWORDS

Avena sativa.
Ewes.
Cereal grains.
Fodder.

Managing the variety and maturity stage at harvest of oat hay (*Avena sativa* L.) can improve the nutritional value of forage and therefore performance response of animals. The objective was to evaluate the effect of feeding oat hay varieties harvested at two stages of maturity on the productive behavior of sheep. The study was carried out in the north-western state of Chihuahua, Mexico. The hypothesis, oat hay harvested at physiological maturity has a higher proportion of grain that improves the nutritional value of forage and body weight gain in animals. Oat varieties Cuauhtémoc, Menonite and Bachiniva were harvested for hay at milk-dough grain (M-Dough) and physiological maturity (F-Maturity) stages. Seventy-two ewe lambs weighing 21.2 ± 3.7 kg were blocked by weight and feeding *ad libitum* for 63 d, with a ration composed of 65 % oat hay and 35 % concentrate. There was used a randomized complete blocks design with 3 x 2 factorial arrangement between variety and maturity stage. The chemical composition of the forage was similar between oat varieties. There was not effect of variety and maturity stage on performance ewe lambs. The dry matter intake, daily weight gain and feed/gain in M-Dough and F-Maturity were 1.03 and 1.01 kg, 119 and 130 g, and 9.6 and 8.9 kg-1 d-1, respectively. The lack of response in animals was attributed to the similar chemical composition in forages. Although oats harvested in M-Dough improved ($P < 0.05$) the digestibility of dietary nutrients than oat harvested in F-Maturity, the response in animals was not significant.

INFORMATION

Cronología del artículo.
Recibido/Received: 06.09.2016
Aceptado/Accepted: 20.05.2018
On-line: 15.07.2018
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:
mvzramirez@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En muchas partes del mundo la avena (*Avena sativa* L.) se emplea en la alimentación de animales, ya

sea como pastura, heno, verde picado, ensilado, paja o grano. En México, se establecen ~800 mil hectáreas anuales con cultivos forrajeros (avena, alfalfa, maíz,

sorgo, pastos), donde el cultivo de avena representa el 22,8 % de esta área, y se cultiva principalmente bajo condiciones de secano (> 90 %). En la última década, el uso de la avena como forraje se extendió en el país, con un incremento anual de 2.1 %; alcanzando un rendimiento promedio de 17 t ha⁻¹ de forraje verde. Solo en el año 2012, se establecieron 946 798 ha de avena (riego + temporal), de las cuales 95 % se destinaron para forraje y el resto para grano (SIACON, 2012).

El estado de Chihuahua es la entidad del país que dedica más superficie al cultivo de esta gramínea. En esta entidad se siembra anualmente poco más de 30 % de la superficie nacional destinada al cultivo de avena, siendo la producción de forraje el principal objetivo, con rendimientos de 12 t ha⁻¹ de forraje verde (SIACON, 2009-2013). En la región noroeste del estado, constituida por los municipios de Cuauhtémoc, Bachiniva, Namiquipa, Guerrero, Cusihuirachi y Matachi, la avena representa el principal recurso forrajero en la alimentación de bovinos lecheros, representado el 71 % de los costos totales de producción (Ávila et al., 2006, p. 33). Por su parte, en la alimentación de ovinos, el heno de avena es la principal (33 %) fuente de forraje con que cuentan los ovinocultores (Esqueda et al., 2008, p. 10) para alimentar a ~52 225 cabezas que existen en la región.

En esa región del estado, la avena se siembra en el ciclo Primavera-Verano bajo condiciones de secano. Las variedades más utilizadas son Cuauhtémoc, Chihuahua, Bachiniva, Karma, Cevamex y Menonita. A diferencia de otros países donde la cosecha de avena para forraje se hace entre las etapas de grano lechoso a masoso (Liu y Mahmood, 2015, p. 50), en Chihuahua la cosecha del forraje se hace cuando la planta alcanza la etapa de madurez fisiológica (grano duro), alcanzando hasta 5 t ha⁻¹ de MS (Salmerón et al., 2003, p. 22).

En teoría, al cosechar una gramínea en etapa de madurez avanzada (madurez fisiológica), la calidad del forraje disminuye; esto debido al incremento de paredes celulares y disminución de la proteína (Coblentz et al., 2000, p. 2503; Collar et al., 2004, p. 4). Por otro lado, se ha reportado que cosechar la avena en madurez fisiológica permite mayor contenido de grano en la planta, llevando a un efecto de dilución de la fibra (Collar et al., 2004, p. 2), comportamiento común de los forrajes de cereales de grano pequeño que ha sido observado en diferentes estudios (Khorasani et al., 1997; Ramírez et al., 2013; Ramírez et al., 2015). Este efecto de dilución de la fibra implica menor contenido de FDN, FDA y mayor tasa de digestibilidad de la materia seca del forraje (Rosser et al., 2013, p. 3825).

A pesar de la importancia que representa el cultivo de avena forrajera para la ganadería del estado, no existe información del efecto de la variedad y la etapa de madurez de la avena en el comportamiento productivo de los animales. Basado en dos estudios previos (Ramírez et al., 2013; Ramírez et al., 2015) y revisión de literatura, se plantea la hipótesis que cosechar la avena en etapa de madurez fisiológica (grano duro), se mejoró la calidad del forraje y la ga-

nancia de peso en los animales. Por tanto, el objetivo fue evaluar el efecto de la alimentación con heno de tres variedades de avena cosechadas en las etapas de grano lechoso-masoso y madurez fisiológica sobre el comportamiento productivo de corderas.

MATERIAL Y MÉTODOS

ESTABLECIMIENTO Y COSECHA DE LOS FORRAJES

El estudio se realizó en el INIFAP campo experimental "Sierra de Chihuahua" (CIRNOC-INIFAP). El sitio está localizado entre los 28°48'46.3" N y 107°16'33.7" O, a 1 998 msnm (UNIFRUT, 2015). El clima es semi-árido a semi-húmedo extremo, con temperatura máxima de 36 °C y mínima de -14 °C, la precipitación promedio anual es de 472,3 mm, con humedad relativa de 60 % y un promedio de 66 d de lluvia; principalmente (75 %) de junio a octubre (INAFED, 2014).

Las variedades de avena Cuauhtémoc, ciclo tardío (99-111 d a madurez); Menonita, ciclo intermedio (88-93 d) y Bachiniva, ciclo corto (85-88 d), se establecieron bajo condiciones de secano el 4 de agosto de 2006. La dosis de semilla fue de 100 kg ha⁻¹ y a la fertilización se aplicaron 30N-40P-00K kg ha⁻¹. Los cultivares se cosecharon en las etapas de madurez de grano lechoso-masoso (L-Masoso) y madurez fisiológica (M-Fisiológica) a los 75 ± 8 y 88 ± 6 d después de la fecha de siembra, respectivamente. La combinación anterior produjo seis tratamientos de forrajes; tres variedades x dos etapas de madurez. El forraje de avena cortado, fue henificado y empacado y después molido a un tamaño teórico de 2.5 cm y almacenado en sacos de nylon, para después alimentar a los animales.

ANIMALES, FACILIDADES Y DIETAS

En mayo de 2007, se usaron 72 corderas de pelo de cruza de razas comerciales (Pelibuey, Dorper y Black Belly) con 21,0 ± 3,6 kg PV, Al inicio del periodo de adaptación, las borregas se trataron contra parásitos internos y externos y se vitaminaron con A, D, y E, Las corderas se categorizaron por peso y se asignaron aleatoriamente 12 animales por tratamientos, Con las doce hembras se formaron cuatro grupos de tres animales correspondientes a cuatro repeticiones (n=4 por tratamiento), En grupos de tres, las borregas fueron alojadas en corraletas de 3,65 x 3,65 m; las corraletas contaban con sombra, una pila para agua y comedero. A las corderas se les alimentó con raciones isoenergéticas e isonitrogenadas (Tabla I) durante 73 d, con los primeros 10 d de adaptación a las dietas. Las dietas estaban constituidas de 65 % heno de avena y 35 % concentrado en base a MS, para las etapas de madurez L-Masoso y M-Fisiológica. Después del periodo de adaptación, las corderas se pesaron cada 21 d y el consumo de materia seca (CMS) se midió diariamente por corraleta; así, la corraleta que contenía tres animales fue la unidad experimental. La ganancia diaria de peso (GDP) se calculó al dividir los kilos de peso corporal ganados durante el periodo entre el número de días del periodo. La conversión alimenticia (CA) se calculó al dividir el CMS/GDP. Los animales tuvieron

Tabla I. Composición de las dietas experimentales (Composition of experimental diets).

| Ingrediente | L-Masoso (LM) | | | M-Fisiológica (MF) | | | Promedio | |
|----------------------------|---------------|------|------|--------------------|------|------|----------|------|
| | Cuau | Men | Bach | Cuau | Men | Bach | LM | MF |
| % Materia seca | | | | | | | | |
| Heno de avena | 65,0 | 65,0 | 64,9 | 62,7 | 62,7 | 62,6 | 65,0 | 62,7 |
| Harinolina | 14,6 | 14,6 | 14,7 | 14,7 | 14,7 | 14,7 | 14,6 | 14,7 |
| Pasta de soya | 8,6 | 8,6 | 8,6 | 11,8 | 11,8 | 11,8 | 8,6 | 11,8 |
| Maíz roado | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 4,9 | 4,9 | 4,9 | 5,5 | 4,9 |
| Gluten de maíz | 1,9 | 1,9 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,9 | 2,0 |
| Melaza | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,2 |
| Aceite de soya | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| CaCO ₃ | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,5 |
| MNA 12:10 [†] | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Sal | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| Composición química (% MS) | | | | | | | | |
| MS | 90,5 | 90,6 | 90,3 | 90,3 | 90,3 | 90,2 | 90,5 | 90,3 |
| PC | 17,8 | 18,3 | 18,2 | 17,2 | 19,0 | 18,2 | 18,1 | 18,2 |
| EE | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,0 | 4,4 |
| FDN | 42,0 | 42,4 | 41,6 | 41,0 | 35,5 | 38,2 | 42,0 | 38,3 |
| FDA | 24,0 | 24,3 | 24,1 | 23,5 | 19,8 | 21,9 | 24,1 | 21,8 |
| LDA | 3,2 | 3,3 | 3,3 | 3,1 | 2,9 | 3,0 | 3,3 | 3,0 |
| Cenizas | 7,6 | 6,9 | 6,8 | 7,2 | 6,2 | 6,4 | 7,1 | 6,6 |
| EM, Mcal/kg | 2,19 | 2,19 | 2,19 | 2,17 | 2,17 | 2,17 | 2,2 | 2,2 |
| Ca | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,6 |
| P | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

Cuau, Cuauhtémoc; Men, Menonita; Bach, Bachíniva,

[†]Premezcla mineral, Contiene como mínimo: 12,0 % P, 11,5 % Ca, 0,6 % Mg, 2,160 ppm Mn, 2,850 ppm Zn, 580 ppm Fe, 1,100 ppm Cu, 102 ppm I, 13 ppm Co, 9 ppm Se, 220,00 UI/kg vitamina A, 24,500 UI/kg vitamina D₃, 30 UI/kg vitamina E,

libre acceso a agua fresca y limpia y se alimentaron *ad libitum* una vez al día a las 07:30 h.

COLECCIÓN DE MUESTRAS

Durante el periodo de alimentación, se tomaron muestras del forraje (heno) y concentrado diariamente y se almacenaron en bolsas de plástico. Al finalizar el periodo de alimentación, las muestras fueron mezcladas y se tomó una submuestra para su posterior análisis químico. De igual manera, terminado el periodo de alimentación, sobre los días 64, 65 y 66, muestras fecales se tomaron directamente del recto de 24 corderas (n=4 por tratamiento con pesos semejantes) en cuatro tiempos de dos horas de intervalo por día: día 64 (07:00, 09:00, 11:00, 13:00 h), día 65 (15:00, 17:00, 19:00, 21:00 h) y día 66 (23:00, 01:00, 03:00, 05:00 h); esto con el objetivo de minimizar el efecto de la variación diurna en la excreción fecal. Las muestras fecales se almacenaron en bolsas de plástico identificadas y se congelaron a -14 °C para su posterior análisis.

RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS FORRAJES

Al momento de la cosecha, se tomaron muestras de forraje de avena para estimar el rendimiento de materia seca por hectárea; se cortó y se pesó la cantidad de forraje producido en 1 m², replicado seis veces de manera aleatoria. Las muestras se secaron a 60 °C

durante 72 h para determinar el contenido promedio de MS parcial, ajustar el forraje a MS y extrapolar a una hectárea.

Las muestras de forraje (heno) y concentrado se molieron a 1 mm en un Molino Wiley (Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA) para determinar MS total, materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC) (AOAC, 1990). La fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA), se analizaron secuencialmente en el analizador de fibras Ankom200 usando bolsas filtro Ankom F57[®] con poro de 25 µm (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY, USA). En la determinación de la FDN se usaron α-amilasa y sulfito de sodio para remover el almidón y el nitrógeno de la muestra, respectivamente.

DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MS Y FDN DE LOS FORRAJES

Se determinó la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) y de la FDN (DIVFDN) de los forrajes, usando el incubador DaisyII[®] (Ankom Tech. Corp., Fairport, NY, USA) y bolsas filtro Ankom F57[®]. Para esta prueba se siguieron los protocolos de Ankom[®]. En esta prueba, los valores de las tres variedades de avena se usaron como replicas (n = 3) en cada etapa de madurez, esto es, solo se analizó el efecto de etapa de madurez.

PRUEBA DE DIGESTIBILIDAD APARENTE

La digestibilidad aparente de la MS (DMS), PC (DPC) y FDN (DFDN) se hizo usando la FDA indigestible como un marcador interno (Penning y Johnson, 1983). El marcador se determinó al pesar 0.35 ± 0.05 gr de muestra (heces, concentrado y heno de avena), que fue depositada en bolsas F57[®], selladas con calor e incubadas en el saco ventral del rumen de dos borregos con cánula ruminal, por un periodo de 12 h. Pasado el periodo de incubación, las bolsas con el residuo fueron lavadas; primero en agua con hielo y después en agua de la llave, después se condujo el análisis de FDA como se mencionó arriba.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables (datos) de comportamiento productivo se analizaron con el procedimiento MIXED del SAS (SAS, 2002, versión 9.1) con un diseño en bloques (categoría de peso vivo) completos al azar con arreglo factorial 3 x 2, considerando como efectos fijos a la variedad de avena, etapa de madurez y su interacción y, como efectos aleatorios al bloque y a la corraleta dentro del tratamiento, y el efecto de periodo como variable indicadora para el análisis de tendencias.

Los datos de digestibilidad aparente se analizaron con el procedimiento GLM del SAS a través de un análisis de varianza, ajustando un modelo con arreglo factorial 3 x 2, que incluyó como efectos fijos a la variedad, etapa de madurez y su interacción. Por su parte, los datos de DIVMS y DIVFDN se analizaron con el procedimiento GLM a través de un análisis de varianza, que incluyó como efecto fijo solo a la etapa de madurez y, en cada etapa de madurez, la variedad fue la repetición (n = 3), esto, para probar diferencias o igualdad entre las etapas de madurez L-Masoso y M-Fisiológica.

Los datos de rendimiento de materia seca no se analizaron estadísticamente ya que no se contó con repeticiones para esta variable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL HENO DE AVENA

En la etapa de L-Masoso el rendimiento de forraje fue de 5.74 t ha⁻¹ de MS y en M-Fisiológica de 5.96 t. Dentro de las variedades, Menonita tendió a presentar más rendimiento de MS (Tabla II). Aunque se espera que a mayor madurez la planta acumula mayor cantidad de MS, no se observaron diferencias importantes de una etapa de madurez a otra sobre el rendimiento. Es probable que la escasa precipitación pluvial total (228.8 mm) ocurrida durante la temporada de crecimiento de los cultivos afectará su desarrollo. Por otra parte, las temperaturas promedio máxima, mínima y media registradas durante el desarrollo de los cultivos fueron 24.10, 10.48 y 16.37 °C, respectivamente (UNIFRUT, 2015).

En la composición química del heno, se observó que el contenido de PC, FDN, FDA y LDA fue menor en M-Fisiológica; no obstante esta diferencia no fue significativa (P>0.05) (Tabla II). Solo el contenido de cenizas mostro efecto de variedad y etapa de madurez; la variedad Cuahutémoc presentó más (P<0.05) contenido de cenizas que Menonita y Bachiniva las cuales fueron iguales entre si (P>0.05). Por su parte, en la etapa de L-Masoso los forrajes presentaron más (P<0.05) contenido de cenizas (Tabla II). El contenido similar en PC y los componentes de la pared celular observados en las dos etapas de madurez, es un resultado diferente al obtenido en previas investigaciones

Tabla II. Rendimiento, composición química (% MS), digestibilidad *in vitro* del heno de avena y digestibilidad aparente de los nutrientes de las dietas (Yield, chemical composition (% DM), *in vitro* digestibility of oat hay and apparent digestibility of the nutrients of the diets).

| Variable | L-Masoso (LM) | | | M-Fisiológica (MF) | | | EEM | Media | |
|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------|-------------------|
| | Cuau | Men | Bach | Cuau | Men | Bach | | LM | MF |
| MS, % | 37,0 | 37,0 | 31,0 | 56,0 | 56,0 | 48,0 | na | 35,0 | 53,3 |
| MS, t ha ⁻¹ | 5,03 | 6,81 | 5,38 | 6,47 | 6,03 | 5,38 | na | 5,74 | 5,96 |
| PC | 8,9 | 9,7 | 9,7 | 6,9 | 9,9 | 8,5 | na | 9,4 | 8,4 |
| FDN | 55,3 | 55,8 | 55,0 | 57,1 | 48,0 | 52,5 | na | 55,4 | 52,6 |
| FDA | 31,3 | 31,8 | 31,6 | 32,5 | 26,3 | 29,8 | na | 31,6 | 29,5 |
| LDA | 3,1 | 3,3 | 3,2 | 3,2 | 2,9 | 3,0 | na | 3,2 | 3,0 |
| Ceniza | 9,0 | 7,9 | 7,8 | 8,7 | 7,0 | 7,4 | na | 8,3 ^a | 7,7 ^b |
| DIVMS, % | 69,4 | 66,0 | 65,4 | 59,3 | 63,3 | 63,7 | na | 66,9 | 62,1 |
| DIVFDN, % | 42,5 | 37,7 | 38,1 | 31,1 | 32,4 | 28,7 | na | 39,4 ^a | 30,7 ^b |
| Digestibilidad aparente | | | | | | | | | |
| DMS | 58,2 ^b | 55,3 ^b | 57,4 ^b | 55,0 ^b | 64,6 ^a | 56,2 ^b | 1,0 | 57,0 | 58,6 |
| DPC | 73,0 ^{ab} | 70,4 ^b | 71,7 ^b | 69,2 ^b | 78,3 ^a | 70,1 ^b | 1,4 | 71,7 | 72,5 |
| DFDN | 33,8 | 30,6 | 31,8 | 25,1 | 28,6 | 31,0 | 1,6 | 32,1 ^a | 28,2 ^b |

Cuau, Cuahutémoc; Men, Menonita; Bach, Bachiniva.

DIVMS, digestibilidad *in vitro* de la material seca; DIVFDN, digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro; na, no aplicable.

Dentro de una hilera, medias sin superíndice en común difieren (P<0,05; efecto de interacción variedad x etapa de madurez). ^aefecto de etapa de madurez.

(Rosser et al., 2013, p. 3820; Ramírez et al., 2013, p. 401; Ramírez et al., 2015, p. 241); en esos estudios se muestra una importante reducción en los componentes de la pared celular cuando la avena es cosechada en M-Fisiológica con respecto a L-Masoso, esto se ha relacionado con un mayor contenido de grano, que lleva a un efecto de dilución de la fibra en la planta completa.

DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DEL HENO DE AVENA

La etapa de madurez no afectó ($P=0,0612$) la DIVMS del heno de avena, que presentó medias de $66,9 \pm 2,1$ y $62,1 \pm 2,4$ % para L-Masoso y M-Fisiológica, respectivamente. La DIVFDN fue mayor ($P=0,0098$) en L-Masoso vs M-Fisiológica con $39,4 \pm 2,6$ y $30,7 \pm 1,8$ %. Este comportamiento se explica por el hecho de que en M-Fisiológica la relación porcentual promedio calculada de grano:follaje fue 51:49, mientras que en L-Masoso fue 38:62. En forrajes de cereales de grano pequeño cosechados en M-Fisiológica, la cantidad de grano en la planta completa puede representar 50 % o más (Baron et al., 1992, p. 361; Ramírez et al., 2013, p. 400). Lo anterior tiene como implicación que gran cantidad de almidón procedente del grano cause un descenso del pH ruminal cuando los animales consumen este forraje, lo que reduce la digestibilidad de FDN (Allen y Mertens, 1988, p. 267). Además, la relación de la lignina con la hemicelulosa y celulosa, hipotéticamente es más baja en esta etapa de madurez; por lo tanto, la DIVMS y DIVFDN fueron mayores en la etapa de L-Masoso.

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE LA MS Y NUTRIENTES DE LAS DIETAS

Se observó efecto de la variedad y de la interacción variedad x etapa de madurez para DMS ($P=0,0082$ y $P<0,0001$) y DPC ($P=0,0454$ y $P=0,0016$). En M-Fisiológica, Menonita mostró la mayor DMS y DPC con 64.6 y 78.3 %, respectivamente; sin embargo, esto pudo deberse a un mayor consumo de grano en la dieta por los animales, ya que algunos costales de este tratamiento

contenían más grano que otros y, probablemente, se sirvió más grano que hojas y tallos (al momento de moler las pacas de este tratamiento, el viento separó el follaje del grano). La etapa de madurez no afectó la DMS, con valores de 57.0 y 58.6 % en L-Masoso y M-Fisiológica, respectivamente, pero sí afectó la DFDN ($P=0,0100$); además, se observó ($P=0,0535$) efecto de interacción variedad x etapa de madurez sobre la DFDN, donde la variedad Bachíniva presentó mayor DFDN en M-Fisiológica.

En su estudio Kraiem et al. (1997, p. 178) alimentaron borregos con 60 % heno de avena cosechado en grano masoso o madurez fisiológica más 40 % de concentrado, no encontraron diferencias entre etapa de madurez para DMS, con valores de 61,1 y 60,2 %, respectivamente. Por tanto, el valor menor de 28,2 % de DFDN observado en M-Fisiológica en este estudio, pudo deberse a una reducción en la actividad celulolítica de los microorganismos, consecuencia de un probable descenso del pH ruminal, derivado de una cantidad mayor de grano en la dieta. Lo mismo puede observarse con la DFDN de la dieta, que contenía heno de avena Menonita cosechado en M-Fisiológica (Tabla II). Lo anterior también se atribuyó al menor contenido de FDN que presentaron los forrajes en esta etapa de madurez. Es conocido que niveles altos de almidón en la dieta intensifican la actividad de bacterias amilolíticas con descenso del pH ruminal, creando un ambiente ácido que restringe la flora celulolítica y, por tanto, un descenso en la digestión de la fibra de los forrajes (Allen y Mertens, 1988, p. 267).

COMPORTAMIENTO ANIMAL

No se observó efecto ($P>0,05$) de la variedad, etapa de madurez o su interacción, sobre el comportamiento productivo en las corderas (Tabla III). Las medias generales para peso corporal final, CMS, GDP y CA fueron: 28,9 kg, 1,03 kg, 0,119 kg, 9,6 en L-Masoso y 29,1 kg, 1,01 kg, 0,130

Tabla III. Comportamiento productivo de corderas alimentadas con diferentes variedades de heno de avena cosechadas a dos etapas de madurez (Performance of ewe lambs fed different oat hay varieties harvested at two maturity stages).

| Variable | L-Masoso (LM) | | | M-Fisiológica (MF) | | | EEM | Media \pm EE [†] | |
|------------------------------------|---------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|------|-----------------------------|------------------|
| | Cuau | Men | Bach | Cuau | Men | Bach | | LM | MF |
| n | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | ---- | 12 | 12 |
| Consumo MS | | | | | | | | | |
| kg a ⁻¹ d ⁻¹ | 1,06 | 0,99 | 1,05 | 1,02 | 0,93 | 1,06 | 0,05 | 1,03 \pm 0,04 | 1,01 \pm 0,04 |
| % de PV | 4,1 | 3,7 | 3,9 | 4,0 | 3,7 | 3,7 | 0,11 | 3,9 \pm 0,1 | 3,8 \pm 0,1 |
| Peso corporal, kg | | | | | | | | | |
| Inicial | 20,9 | 21,8 | 21,5 | 20,6 | 20,0 | 22,3 | ---- | 21,4 \pm 0,5 | 20,9 \pm 1,2 |
| Final | 28,1 | 29,3 | 29,2 | 28,3 | 27,8 | 31,3 | 1,9 | 28,9 \pm 1,7 | 29,1 \pm 1,7 |
| GDP ¹ , kg | 0,114 | 0,119 | 0,123 | 0,122 | 0,124 | 0,143 | 0,01 | 0,119 \pm 0,01 | 0,130 \pm 0,01 |
| CA ² | 10,2 | 9,5 | 9,2 | 9,8 | 8,9 | 8,1 | 1,23 | 9,6 \pm 0,8 | 8,9 \pm 0,8 |

Cuau, Cuauhtémoc; Men, Menonita; Bach, Bachíniva.

¹Ganancia diaria de peso. ²Conversión alimenticia (Consumo/GDP). n=4 corraletas con tres corderas por corraleta.

kg y 8,9 en M-Fisiológica, respectivamente, Se observó un efecto cuadrático ($P < 0,05$) sobre estas variables a través del periodo de alimentación. La falta de respuesta de alimentar con heno de avena cosechado en L-Masoso o M-Fisiológica sobre el comportamiento productivo de las corderas, se atribuyó a la similar composición química y digestibilidad que presentaron los forrajes de avena y las dietas en general.

Un resultado similar se obtuvo con borregos adultos alimentados con 100:00 vs 60:40 forraje:concentrado, usando heno de avena cosechado en grano masoso suave y grano duro. El CMS fue 1.40 y 1.34 vs 1.84 y 1.57 kg a⁻¹ d⁻¹, respectivamente (Kraiem et al., 1997, p. 180). En ese estudio, la composición química de los forrajes de avena también fue similar y, las diferencias en el CMS se atribuyeron al nivel de concentrado y su efecto negativo en la digestión de la fibra, como fue citado anteriormente.

La falta en la respuesta productiva de las corderas por efecto de las dietas, se atribuyó a la similar composición química que presentaron los forrajes. Aunque la digestibilidad de los nutrientes fue más alta en las corderas alimentadas con las dietas que contenían heno de avena cosechado en L-Masoso, esto no fue suficiente para obtener mayores ganancias de peso vs las corderas alimentadas con heno de avena cosechado en M-Fisiológica.

Por otro lado, de acuerdo al NRC (2007, p. 256) las hembras presentaron consumo de MS y GDP adecuados. Esto permitió un óptimo desarrollo de estos animales, los cuales al final de la prueba de comportamiento alcanzaron poco más del 70 % del peso maduro (28 a 30 kg), lo cual es considerado en esta región y con estas razas, el peso y edad requeridos para iniciar su etapa reproductiva (Gonzalez, 2007, p. 21).

CONCLUSIÓN

El heno de las variedades de avena presentó similar composición química y digestibilidad del forraje en las dos etapas de madurez y, aunque la digestibilidad de la materia seca y de la fibra fueron mayores en la etapa de lechoso-masoso, no mejoró el consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso ni la conversión alimenticia en las corderas. Cosechar el heno de avena en la etapa de madurez fisiológica si incrementa el rendimiento obtenido de la planta y, consecuentemente, tiene un efecto positivo en la eficiencia del sistema de producción al reducir los costos por mayor producción de materia seca por unidad de área cosechada.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Chihuahua, por el apoyo económico brindado para la realización de los experimentos a través del proyecto: "Validación y transferencia de la tecnología de producción y aprovechamiento del forraje de avena", núm. 08-2006-0809.

ción y transferencia de la tecnología de producción y aprovechamiento del forraje de avena", núm. 08-2006-0809.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, MS & Mertens, DR 1988, 'Evaluating constraints on fiber digestion by rumen microbes', *Journal Nutrition*, vol. 118, no. 2, pp. 261-270.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) 1990, 'Official Methods of Analysis', 15th (ed.) vol. 1, Arlington, VA, USA. 684 p. Disponible en: <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>. Consultado: 15 de febrero de 2012.
- Ávila, MR, Gutierrez, GR, Salmerón, JJ, Fernández, HP & Domínguez, DD 2006, 'Diagnóstico del sistema de producción de avena temporal en Chihuahua', INIFAP-CESICH, *Folleto Tecnico*, no. 22, 43 p.
- Baron, VS, Dick, AC & Wolynetz, MS 1992, 'Characterization of barley silage-maturity relationships for Central Alberta. Canadian', *Journal of Plant Science*, vol. 72, no. 4, pp. 1009-1020.
- Coblentz, WK, Coffey, KP, Turner, JE, Scarbrough, DA, Weyers, JS, Harrison, KF, Johnson, ZB, Daniels, LB, Rosenkrans, CF Jr., Kellogg, DW & Hubbell, DS 2000, 'Effect of maturity on degradation kinetics of sod-seeded cereal grain forage grown in Northern Arkansas', *Journal of Dairy Science*, vol. 83, no. 11, pp. 2499-2511.
- Collar, C, Wright, S, Robinson, P & Putman, DH 2004, 'Effect of harvest timing on yield and quality of small grain forage', *Proc. National Alfalfa Symposium*. San Diego, CA, UC. pp. 41-48.
- Esqueda, CM, Carrillo, RR, Royo, MH, Estrada, AA & González, RI 2008, 'Diagnóstico de la ovinocultura empresarial en cinco regiones del estado de Chihuahua', INIFAP-SITIO CAMPANA-MADERA, Publicación Especial no. 10, 29 p.
- Gonzalez, OR, 2007, 'Manual para la cría y producción de ovinos', INIFAP-CESICH, Libro Técnico no. 1. 49 p.
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal) 2014, 'Enciclopedia de los Municipios', www.inafed.gob.mx (15/06/2014).
- Khorasani, GR, Jedel, PE, Helm, JH & Kennelly, JJ 1997, 'Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages', *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 77, no. 2, pp. 259-267.
- Kraiem, K, Majdoub, A, Ben-Abbes, S & Moujahed, N 1997, 'Effects of the level of supplementation with concentrate on the nutritive value and utilization of oats hay cut at three maturity stages', *Livestock Production Science*, vol. 47, no. 2, pp. 175-184.
- Liu, K & Mahmood, K 2015, 'Nutrient composition and protein extractability of oat forage harvested at different maturity stages as compared to grain', *Journal of Agricultural Science*, vol. 7, no. 12, pp. 50-58.
- NRC (National Research Council) 2007, 'Nutrients requirements of small ruminants: sheeps, goats, cervids, and new world camelids', National Academy Press, Washington, DC. 384 p.
- Penning, PD & Johnson, RH 1983, 'The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fibre', *Journal of Agricultural Science*, vol. 100, no. 1, pp. 133-138.
- Ramírez, OS, Domínguez, DD, Salmerón, ZJ, Villalobos, VG & Ortega, GJ 2013, 'Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte', *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 36, no. 4, pp. 395-403.
- Ramírez, S, Domínguez, D, Salmerón, JJ, Villalobos, G & Ortega, JA 2015, 'Conteo en surco y etapa de madurez sobre la producción y calidad del forraje de variedades de avena', *Archivos de Zootecnia*, vol. 64, no. 247, pp. 237-244.
- Rosser, CL, Górká, P, Beattie, AD, Block, HC, McKinnon, JJ, Lardner, HA & Penner, GB 2013, 'Effect of maturity at harvest on yield, chemical composition, and in situ degradability for annual cereals used for swath grazing', *Journal of Animal Science*, vol. 91: no. 8, pp. 3815-3826.
- Salmerón, ZJ, Meda GF & Barcena, GJ 2003, 'Variedades de avena y calidad nutricional del forraje', INIFAP-CESICH, Folleto Técnico, no. 17. 43 p.

SAS Institute Inc. 2002. User's Guide: Statistics, Versión 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta) 2009-2013, 'Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)', www.siap.gob.mx (03/08/2016).

SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta) 2012, 'Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)', www.siap.gob.mx (10/06/2014).

UNIFRUT (Unión Agrícola Regional de Fruticultores del Estado de Chihuahua) 2015, 'Red de estaciones meteorológicas', Estación meteorológica Bachíniva, Chihuahua, Méx. www.unifrut.com.mx (06/03/2015).