



Abanico Boletín Técnico. Enero-Diciembre, 2025; 4:1-7.
Artículo Original. e2025-1.

Uso de residuos agroindustriales de *Cannabis* spp. en dietas para ganado bovino

Use of agro-industrial residues of *Cannabis* spp. in diets for cattle

Araiza-Rosales Esther*¹ ID, Herrera-Torres Esperanza²ID, Pámanes-Carrasco Gerardo³ ID, Murillo-Ortiz Manuel⁴ ID, Reyes-Jáquez Damián⁵ ID

¹Universidad Juárez del Estado de Durango. CONAHCYT-UJED-Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Durango, México. ²Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico del Valle del Guadiana. Durango, México. ³Universidad Juárez del Estado de Durango. CONAHCYT-UJED- Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera. Durango, México. ⁴Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Durango, México. ⁵Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Durango. Durango, México. *Autor por correspondencia: Araiza-Rosales Elia Esther. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Carretera Durango-El Mezquital km 11.5. Durango, Durango, México. E-mail: e_araiza2002@hotmail.com, hetoes99@yahoo.com.mx, gerardo.pamanes@gmail.com, manuelmurillo906@gmail.com, damian.reyes@itdurango.edu.mx

RESUMEN

Este trabajo evaluó el efecto de la inclusión de pélets elaborados a base de residuos agroindustriales de *Cannabis spp.* en las características nutricionales de dietas experimentales para la alimentación de bovinos en engorda, para lo que se formularon cuatro dietas experimentales con la inclusión de 0, 5, 10 y 15% de pélets (D1, D2, D3 y D4, respectivamente). Se determinó el contenido de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), cenizas (Cen), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa, celulosa y lignina. La adición de 15% de pélets disminuyó el 8% el contenido de proteína cruda comparada con D1 ($p<0.05$). De manera similar, se disminuyeron los contenidos de FDN, FDA, celulosa y hemicelulosa ($p<0.05$); sin embargo, la concentración de lignina no se vio afectada por la inclusión de pélets en las dietas experimentales ($p>0.05$). Por el contrario, en la D4 se observó un incremento de 11% en la DIVMS comparada con D1 ($p<0.05$). De acuerdo a los resultados se concluye que la inclusión de pélets con residuos agroindustriales de *Cannabis spp.* como sustituto de GSDD mejora las características nutricionales en dietas experimentales.

Palabras clave: contenido nutricional, pélets, DIVMS, alimentación alternativa.

ABSTRACT

This study evaluated the inclusion of pellets based on agroindustrial residues of *Cannabis spp.* in the nutritional characteristics of experimental diets elaborated for feeding of beef cattle. Thus, four experimental diets were formulated with the inclusion of 0, 5, 10 and 15% of pellets for D1, D2, D3 and D4, respectively. In addition, crude protein (PC), ether extract (EE), ashes (Cen), *in vitro* digestibility, neutral and acid detergent fibers (NDF and ADF) as well as cellulose and hemicellulose were determined. The addition of pellets decreased crude protein 8% in D4 compared with D1 ($p<0.05$). Similarly, inclusion of pellets decreased the contents of FDN, FDA, cellulose and hemicellulose ($p<0.05$); however, lignin was not affected ($p>0.05$). Otherwise, inclusion of pellets into experimental diets increased *in vitro* digestibility 11% in D4 compared with D1 ($p<0.05$). The inclusion of pellets made of agroindustrial residues of *Cannabis spp.* As substitute of GSDD improves nutritional characteristics of experimental diets.

Keywords: nutritional content, pellets, DIVMS, alternative feedings.

INTRODUCCIÓN

En gran parte de México la cría de ganado bovino se desarrolla principalmente en el sistema extensivo (Gallardo *et al.*, 2006; Méndez *et al.*, 2009). Sin embargo, con el



objetivo de incrementar la ganancia de peso en un menor tiempo, es necesario introducir granos y concentrados en la dieta, lo que ocasiona un aumento en los costos de alimentación. Debido a esto, se han buscado estrategias que permitan la incorporación de esquilmos y desechos agrícolas, así como plantas locales que no son empleadas normalmente como fuente de alimentación animal. Lo anterior obedece a la necesidad de alimentar animales en zonas áridas en donde existe una limitación de forraje, además de no representar una competencia entre la alimentación humana y animal (Pámanes *et al.*, 2019). Existe una amplia gama de recursos que pueden ser utilizados para lograr una alimentación sostenible y más eficiente en la producción animal (Savón, 2002). Una de las alternativa utilizadas ha sido el follaje obtenido de los árboles, el cual cuenta con una buena calidad nutricional y mejor digestibilidad, lo que hace posible que sea utilizado como fuente de alimentación de los rumiantes en zonas donde existe escasez de forraje (Araiza *et al.*, 2022), estos mismos autores han sugerido el uso de residuos de Cannabis sativa producidos por la extracción de sus compuestos cannabinoides, además de que se están generando estos residuos por el incremento en esta industria, por lo que es necesario evaluar la composición química y digestibilidad *in vitro* de dietas que contengan diferentes dosis de residuos de *Cannabis spp.*

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se desarrolló en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, ubicada en carretera Durango-El Mezquital km. 11.5 Latitud norte 24° 10' 00", longitud oeste 104° 40' 00" a una altitud de 1890 msnm con un clima tipo BS1 (w)(e), templado seco con lluvias en verano y una precipitación media anual de 450 mm y temperatura promedio de 17.5 °C.

Materia prima

Se utilizaron residuos vegetales de la flor de *Cannabis spp.* provenientes de un proceso industrial de extracción de cannabinoides por extracción alcohólica, mismos que fueron donados por el Instituto de Investigación para el aprovechamiento del *Cannabis A.C.* en el Estado de Durango.

Elaboración del pélet y formulación de dietas

Se elaboró un pélet con una concentración de residuos vegetales de la flor de *Cannabis spp.*, al 40% (m/m) y se complementó con otros ingredientes como harina de maíz, melaza en polvo, harina de soya y carbonato de calcio grado alimenticio para alcanzar una concentración de proteína cruda del 28%. El proceso de peletizado se llevó a cabo en una peletizadora Mill modelo ZSLP-R300 de matriz plana, la cual cuenta con una capacidad de 250-350 kg/h, a 55 °C, y una humedad entre 12-14%; la forma del pélet es cilíndrica con un diámetro de 6 mm. Además, se formularon 4 dietas experimentales con la inclusión del pélet en porcentajes de 0, 5, 10 y 15 % y balanceadas al 13% de PC,



para D1, D2, D3 y D4, respectivamente (Cuadro 1); las dietas fueron balanceadas para cumplir con los requerimientos nutricionales del ganado bovino de engorda (NRC, 2016).

Composición química

Las dietas experimentales fueron sujetos de análisis de contenidos de materia seca (MS, #930.15), extracto etéreo (EE, #920.23), cenizas (Cen, #924.05) y proteína cruda (PC, #990.03), de acuerdo con procedimientos estandarizadas por la [AOAC \(2023\)](#). Los componentes de la pared celular (fibra detergente neutra, FDN; fibra detergente ácido, FDA; Hemicelulosa, Celulosa y Lignina en detergente ácido, LAD) se determinaron con el equipo ANKOM Fiber Analyzer (ANKOM Technologies, USA) y de acuerdo con los cálculos propuestos por [Van Soest et al. \(1991\)](#). La determinación de la digestibilidad verdadera *in vitro* (DIVMS) se determinó por incubación de las muestras durante 48 h a 39 ± 0.5 °C, con líquido ruminal y saliva artificial, en un incubador Daisy II (Ankom Technology Corp., Macedon, Ny) siguiendo la técnica sugerida por el fabricante ([ANKOM, 2008](#)).

Cuadro 1. Dietas experimentales con la inclusión de pélets elaborados a base de residuos de *Cannabis* spp

Ingredientes/Dietas	D1	D2	D3	D4
Alfalfa	20	20	20	20
Rastrojo de maíz	30	30	30	30
GSDD	20	15	10	5
Maíz molido	29	29	29	29
Minerales	1	1	1	1
Pelet	0	5	10	15
Proteína cruda	13.33	13.33	13.33	13.33

GSDD= grano seco de destilería.

Análisis Estadístico

Se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Los resultados fueron analizados con un diseño completamente al azar y se llevó a cabo una comparación de medias con la prueba de Tukey declarando diferencias con una $p < 0.05$ utilizando el paquete estadístico del SAS ([SAS, 2011](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de las dietas experimentales

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenido en el análisis químico proximal. Los resultados muestran diferencias en el contenido de proteína cruda, cenizas, FDN, FDA, celulosa, hemicelulosa y DIVMS ($p < 0.05$). La PC mostró decrementos a medida que incrementaban las concentraciones de pélets en las dietas experimentales ($p < 0.05$); en



D4 se alcanzó el máximo decremento del 8% con la inclusión de 15% pélets en la dieta. No obstante, se cumple con el valor mínimo recomendado por la NRC para ganado en crecimiento que es de 13%. De igual manera, [López \(2017\)](#) reporta contenidos de PC con un valor menor de 13.16% con características nutricionales de pelets elaborados con subproductos agropecuarios. En general, los contenidos de PC de las dietas experimentales presentaron valores superiores a 8%, el cual es el mínimo establecido para un crecimiento microbiano óptimo en el rumen ([Van Soest, 1994](#)).

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las dietas experimentales

Variables (% MS)	D1	D2	D3	D4	EED
PC	13.6 ± 0.33 ^{ab}	14.5 ± 0.05 ^a	13.2 ± 0.12 ^b	12.6 ± 0.35 ^b	0.17
EE	2.2 ± 0.36 ^a	2.2 ± 0.08 ^a	1.9 ± 0.05 ^a	1.8 ± 0.08 ^a	0.13
Cen	6.3 ± 0.22 ^b	7.2 ± 0.16 ^a	7.2 ± 0.60 ^{ab}	8.4 ± 0.18 ^a	0.24
FDN	55.5 ± 1.14 ^a	51.4 ± 0.21 ^b	50.2 ± 1.12 ^b	50.0 ± 0.66 ^b	0.55
FDA	29.4 ± 0.22 ^a	28.0 ± 0.08 ^b	27.8 ± 0.13 ^b	28.0 ± 0.03 ^b	0.09
HEM	26.1 ± 0.91 ^a	23.3 ± 0.29 ^{ab}	22.1 ± 0.98 ^b	22.1 ± 0.63 ^b	0.51
CEL	26.2 ± 0.26 ^a	24.9 ± 0.07 ^b	24.7 ± 0.09 ^b	24.8 ± 0.01 ^b	0.10
LIG	1.9 ± 0.21 ^a	1.4 ± 0.20 ^a	1.5 ± 0.04 ^a	1.3 ± 0.09 ^a	0.11
DIVMS	59.0 ± 1.11 ^c	60.1 ± 0.62 ^c	62.4 ± 0.25 ^b	65.5 ± 0.25 ^a	0.46

^{abc} Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticas ($p < 0.05$); PC= proteína cruda; EE= extracto etéreo; Cen= cenizas; FDN= fibra detergente neutra; FDA= fibra detergente ácida; HEM= hemicelulosa; CEL= celulosa; LIG= lignina; DIVMS= digestibilidad *in vitro* de la materia seca; EED= error estándar de la diferencia entre medias.

Por su parte, los contenidos de EE fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$). En promedio, el contenido de EE en las cuatro dietas fue de 2%, siendo este un valor adecuado para favorecer la digestión de la fibra de los forrajes; el valor máximo que impediría la digestión de fibras es del 5% ([Plascencia et al., 2005](#)). Este aspecto es considerado de mucha importancia, ya que un exceso de ácidos grasos insaturados en la dieta genera efectos tóxicos en las bacterias Gram positivas, metanogénicas y protozoos, lo cual afecta de manera directa la digestibilidad de los alimentos, así como en la salud microbiana del rumen ([Palmquist, 1996](#)).

Por otra parte, los contenidos de Cen fueron diferentes entre tratamientos ($p < 0.05$). Este parámetro incrementó a medida que se incrementaba la concentración de pélets en las dietas experimentales. En D4 se incrementó hasta un 33%, como resultado de la sustitución del contenido de minerales en los pélets y su bajo contenido en los GSDD.



Sin embargo, [Cabrera et al. \(2016\)](#) mostró contenidos de ceniza más altos en residuos agroindustriales.

Los contenidos de FDN y FDA fueron diferentes entre tratamientos; disminuyeron a medida que se aumentaba el contenido de pélets en las dietas experimentales ($p < 0.05$). De la misma manera, los contenidos de celulosa y hemicelulosa también disminuyeron con el incremento de pélets ($p < 0.05$). Los contenidos de FDN y hemicelulosa fueron, de manera coherente, los más afectados, ya que su concentración se redujo hasta un 10 y 15%, respectivamente. De acuerdo con [Van Soest \(1991\)](#), los valores de fibras registrados en estas dietas se encuentran dentro de los rangos óptimos (menores a 60% de FDN), lo cual permite una adecuada digestión de los nutrientes y se promueve el consumo de forrajes. Por su lado, [Fernández \(2012\)](#) menciona que la fibra se define nutricionalmente como el conjunto de componentes vegetales de baja digestibilidad y que promueven la rumia y el equilibrio ruminal. No obstante, la lignina no sufrió cambios con el incremento de pélets en las dietas experimentales.

Por otro lado, la DIVMS aumentó a medida que se incrementaba la concentración de pélets en las dietas experimentales ($p < 0.05$). La inclusión de pélets en las dietas D3 y D4, aumentó la DIVMS hasta un 11%. Este resultado es lógico y esperado hasta cierto punto, ya que los carbohidratos estructurales de la pared celular disminuyeron, lo cual influye en que haya una mayor degradación de nutrientes. [Araiza et al. \(2023\)](#) mencionan que los residuos obtenidos de *Cannabis sativa* L. después de la extracción alcohólica ofrecieron una mejor utilización de nutrientes por los microorganismos presentes en la fermentación ruminal, lo que condujo a un aumento de la digestibilidad.

CONCLUSIONES

La inclusión de pélets con residuos agroindustriales de *Cannabis spp* como sustituto de GSDD mejora las características nutricionales en dietas experimentales. Además, las dietas experimentales cumplen con las necesidades nutricionales para la alimentación de ganado bovino en engorda.

LITERATURA CITADA

ARAIZA RE, Pámanes CG, Sánchez AJ, Herrera TE, Rosales CM, Carrete CF. 2022. Caracterización nutricional y producción de gas de especies vegetales con potencial alimenticio para la alimentación de rumiantes. *Revista MVZ Córdoba*. 27(2): 1-10. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2142>

ARAIZA RE, Herrera TE, Carrete CF, Jiménez OR, Gómez SD, Pámanes CG. 2023. Concentraciones de nutrientes, digestibilidad *in vitro* y fermentación ruminal de residuos agroindustriales de *Cannabis sativa* L. como fuente potencial de forraje para rumiantes. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 14(2): 366-383. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i2.6188>



AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 2023. International. Official Methods of Analysis. 22nd ed. The Association of Official Analytical Chemists: Arlington, Va. Vol. II. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>

ANKOM. 2008. RF Gas production system operator's manual. ANKOM Technology, USA. https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/RF_Manual.pdf

BACH A, Casamiglia S. 2006. La fibra de los rumiantes: ¿Química o Física?. XXII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, España. Pp. 99-113. https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/100-fibra_en_rumiantes.pdf

CABRERA RE, León FV, Montano PAC, Dopico RD. 2016. Caracterización de residuos agroindustriales con vistas a su aprovechamiento. *Centro Azúcar*. 43(4): 27-35. <http://centroazucar.uclv.edu.cu>

FRANCESCA U. 2017. La fibra en forrajes tropicales. parte 1: factores que afectan su digestibilidad. *Sitio Argentino de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/149-Fibra_en_Forrajes_Tropicales.pdf

FERNANDEZ M. 2012. Función de la fibra en la alimentación. *Mundo ganadero*. Marzo/Abril. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_2012_245_60_64.pdf

GALLARDO JL, Luna ME, Albarrán DM. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. Coordinación General de Ganadería. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg>

LÓPEZ VD. 2017. Caracterización bromatológica de pellets elaborados a partir de subproductos agropecuarios para la alimentación de bovinos. *Tecnología en Marcha* 4: 73-81. <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3226>

MAC LOUGHLIN RJ. 2010. Requerimientos de proteína y formulación de raciones en bovinos para carne. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 1-6. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/42-formulacion_proteina.pdf

MENDEZ RD, Meza CO, Berruecos JM, Garces P, Delgado EJ, Rubio MS. 2009. A survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *Journal of Animal Science*. 87: 3782–90. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1889>



NAVA CC, Díaz C. 2001. Introducción a la digestión ruminal. *Sitio Argentino de Producción Animal*.

https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/79-introduccion_a_la_digestion_ruminal.pdf

NRC (National Research Council). 2001. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Ed. (Rev). National Academy Press. Washington D.C. USA. Pp. 401.

PALMQUIST DL. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. En Eds.: PG Rebollar, GG Mateos, C de Blas. XII Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Department of Animal Sciences OARDC/OSU, Wooster, Ohio, USA. http://fundacionfedna.org/sites/default/files/96CAP_III.pdf

PÁMANES CG, Herrera TE, Murillo OM, Reyes JD. 2019. Climate change mitigation in livestock produciton: nonconventional feedstuffs and alternative additives. En: Abubakar M, Livestock Health and Farming. London, UK: IntechOpen publishers.

<http://doi.org/10.5772/intechopen>

PLASCENCIA A, Mendoza MGD, Vásquez PC, Zinn RA. 2005. Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento: Una revisión. *Interciencia*. 30:134-142.

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000300006

SAS Institute 2011. tatistical Analysis Software SAS/STAT®. version 9.3, Cary, N.C., USA: SAS Institute Inc. ISBN 978-1-60764-896-3.

http://www.sas.com/en_us/software/analytics/stat.html#

SAVÓN L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 36(2): 91-102. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018119001>

VAN SOEST PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(10): 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

2