






Reseña

Uso del henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) como aditivo nutracéutico para la alimentación animal

Use of henequen (*Agave fourcroydes* Lem.) as a nutraceutical additive for animal feed

Ana Julia Rondón Castillo *, Marlen Rodríguez Oliva *, Marta Laurencio Silva *

*Centro de Estudios Biotecnológicos. Universidad de Matanzas, Cuba.

Correspondencia: ana.rondon@umcc.cu

Recibido: Octubre, 2025; Aceptado: Diciembre, 2025; Publicado: Abril, 2026.

RESUMEN

Antecedentes: El henequén (*Agave fourcroydes*) es una planta bien conocida en Cuba por su utilidad en la obtención de fibras para la fabricación de sogas y cordeles; sin embargo, en los últimos años comenzaron a visualizarse sus residuos agroindustriales para la suplementación directa de la dieta o la obtención de aditivos nutracéuticos que mejoren la alimentación animal.

Objetivo. Valorar los resultados del empleo de esta planta como alimento o aditivo nutracéutico en la productividad y la salud de animales de interés zootécnico. **Desarrollo:** Se comprobó que la composición química de *Agave fourcroydes* se caracteriza por presentar un 84,02% de carbohidratos, de ellos un bajo porcentaje se utiliza por los animales debido a su escasa degradabilidad; sin embargo, la presencia de fructanos hacen que los residuos de esta planta tengan interés biotecnológico por sus posibilidades de empleo como aditivo nutracéutico en animales de interés zootécnico. La suplementación de la dieta con estos compuestos propició la mejora de los indicadores productivos, fermentativos, microbiológicos, inmunológicos y la salud de rumiantes, cerdos, conejos y pollos de ceba.

Palabras clave: aditivos alimenticios, inulina, residuos agroindustriales (*Fuente: AGROVOC*)

ABSTRACT

Background: Henequen (*Agave fourcroydes*) is a well-known plant in Cuba for its use in obtaining fibers for rope and cordage manufacturing; however, in recent years, its agro-industrial residues have begun to be considered for direct dietary supplementation or the production of nutraceutical additives to improve animal nutrition. **Objective.** To evaluate the results of using this plant as a feed or nutraceutical additive on the productivity and health of livestock.

Development: It was found that the chemical composition of *Agave fourcroydes* is characterized by 84.02% carbohydrates, of which only a small percentage is utilized by animals due to their poor degradability; however, the presence of fructans makes the residues of this plant of biotechnological interest due to their potential use as a nutraceutical additive in livestock.

Como citar (APA) Rondón Castillo, A. J., Rodríguez Oliva, M., & Laurencio Silva, M. (2026). Uso del henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) como aditivo nutracéutico para la alimentación animal. *Revista de Producción Animal*, 37. <https://rpa.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e316>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

Conclusion: Supplementing the diet with these compounds led to improvements in productive, fermentative, microbiological, immunological indicators and the health of ruminants, pigs, rabbits and fattening chickens.

Keywords: food additives, inulin, agro-industrial waste (*Source: AGROVOC*)

INTRODUCCIÓN

La definición común de un alimento funcional o nutracéutico es aquel ingrediente que provee beneficios fisiológicos más allá de la nutrición. Las denominadas dietas especializadas, de prescripción o veterinarias no sólo cubren los requerimientos nutricionales del animal, sino gracias a la inclusión de aditivos tienen efectos benéficos en el organismo como, la mejora de la salud intestinal, el fortalecimiento del sistema inmune, entre otros (AlAli *et al.*, 2021).

La prohibición de los antibióticos como promotores del crecimiento, las preocupaciones sobre la resistencia a los antimicrobianos y la demanda de los consumidores de animales libres de medicamentos y productos alimenticios de alta calidad presentan desafíos para los criadores en la búsqueda de métodos alternativos para controlar y prevenir infecciones patógenas. Los nutracéuticos ofrecen una solución valiosa como aditivos alimentarios, centrándose principalmente en sus funciones protectoras del huésped, incluidos los efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos y de supervivencia celular, con el objetivo de mejorar la productividad (Buonaiuto *et al.*, 2025).

Trujillo-Ramírez *et al.* (2023) informan sobre el uso del henequén (*Agave fourcroydes* Lem.) de manera integral. En este trabajo se hace referencia al empleo creciente de esta planta como alimento funcional para los animales. Estos autores indican, que del tallo del henequén se pueden obtener compuestos bioactivos como fructanos, flavonoides y esteroides, los cuales pueden incorporarse en las dietas para mejorar la productividad y la salud animal. Los fructanos se consideran prebióticos, sustancias no digeribles que los microorganismos huéspedes utilizan selectivamente y que les confieren beneficios para la salud (Gibson *et al.*, 2017).

En Cuba la producción henequenera genera grandes volúmenes de pulpa (bagazo húmedo y jugo), llegándose a obtener hasta nueve toneladas de residuos por tonelada de fibra procesada, lo cual indica que del desfibrado de la hoja de henequén solo se aprovecha alrededor de un 4-11%, produciéndose grandes volúmenes de pulpa, de manera que una producción anual de fibra de 1700 t genera 15300 t de contaminantes orgánicos, con efectos negativos para el medio ambiente (Gutiérrez *et al.*, 2020).

Diferentes investigadores manifiestan que entre los aditivos nutracéuticos promisorios por su actividad prebiótica está la pulpa o harina de henequén (Iser *et al.*, 2020). El objetivo de la revisión es valorar los resultados del empleo de los residuos agroindustriales de esta planta, como alimento o aditivo nutracéutico, en la productividad y la salud de animales de interés zootécnico.

DESARROLLO

Composición química y nutricional de *Agave fourcroydes*

En las tablas 1 y 2 se presentan los resultados del trabajo realizado por del Toro *et al.* (2016) cuando determinaron la composición bromatológica y caracterizaron el fraccionamiento de la fibra de la harina del tallo de *Agave fourcroydes*. Estos autores concluyeron que la harina mostró adecuadas propiedades físicas, bajos contenidos de proteína cruda (PC), altos tenores de materia seca y fructanos, cualidades que hacen de este alimento un candidato nutracéutico en las dietas de los animales.

Tabla 1. Composición bromatológica básica de la harina de tallos de *Agave fourcroydes* (HTAF). Base seca (del Toro *et al.*, 2016).

Ítems (%)	HTAF	DE (\pm)
Materia seca	95,29	0,68
Proteína cruda	6,01	0,15
Extracto etéreo	0,06	0,01
Cenizas	5,20	0,33
Carbohidratos	84,02	0,03

Desviación estándar (DE).

Tabla 2. Fraccionamiento de la fibra de la harina de tallos de *A. fourcroydes* (del Toro *et al.*, 2016).

Indicadores (%)	HTAF	DE \pm
FDN	16,27	0,76
FDA	8,50	0,85
Lignina	0,43	0,09
Celulosa	15,82	0,25
Hemicelulosa	7,77	0,60

Desviación estándar (DE).

Iser *et al.* (2020) determinaron los metabolitos secundarios, indicadores de calidad y características organolépticas de la harina de tallos de *Agave fourcroydes* (henequén) cultivado en Cuba. Como resultados obtuvieron que, en el extracto etéreo predominaron las coumarinas, y en el etanólico, los flavonoides y antocianidinas. En el extracto acuoso, los alcaloides, saponinas, flavonoides, mucílagos y carbohidratos reductores tuvieron poca presencia. Este material vegetal tiene un pH ligeramente ácido (5,18), 1,33 de índice de refracción, 0,31 g.mL⁻¹ de densidad aparente, 0,76% de acidez y 1,50 °Brix de sólidos solubles en agua. Las características organolépticas de la harina de tallos de *A. fourcroydes* revelaron buen aspecto físico, capacidad de disolución parcial, buena pulverización, color beige claro, olor agradable, sabor ligeramente dulce y buena homogeneidad. Según estos autores, la harina de tallos de *Agave fourcroydes* se podría probar como un producto nutracéutico en las dietas de los animales de granja.

La presencia de metabolitos secundarios como las fitocumarinas, activa una variedad de actividades biológicas, que incluyen antibacterianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Annunziata *et al.*, 2020; Shegute y Wasihun, 2020; Zeki y Mustafa, 2024). Se conoce que los flavonoides alcanzan el intestino sin ser degradados, y allí son capaces de desarrollar importantes

funciones, tales como: efectos antioxidantes, propiedades antiinflamatorias, modulación de la microbiota intestinal, inmunomodulación y prevención de la coccidiosis (Orzuna-Orzuna *et al.*, 2023; Onu *et al.*, 2024). Por su parte las antocianidinas protegen a los animales del estrés oxidativo (Tian y Lu, 2022; Sadowska-Bartosz y Bartosz, 2024).

Todos estos estudios respaldan los resultados de numerosas investigaciones dirigidas a evaluar el efecto de estos residuos agroindustriales en la nutrición animal o con fines biotecnológicos para la obtención de aditivos nutracéuticos que eleven la producción y la salud de los animales de interés zootécnico.

Uso de *Agave fourcroydes* como alimento animal

Martínez *et al.* (2021) evaluaron el efecto de la suplementación dietética con polvo de *Agave fourcroydes* (1,5% de polvo) en un total de 40 conejos machos (Nueza Zelanda × californianos) destetados a los 35 días. Después de 60 días, el polvo de *A. fourcroydes* aumentó el peso corporal, la ingesta de alimento y la ganancia de peso ($P < 0,05$), sin afectar la relación de conversión alimenticia y la viabilidad ($P > 0,05$). Además, este producto natural provocó la disminución del pH cecal y, en consecuencia, se observó el aumento de las bacterias beneficiosas cecales ($P < 0,05$). Asimismo, el polvo de *A. fourcroydes* redujo ($P < 0,05$) la concentración sérica de glucosa, lípidos dañinos e índice aterogénico, aunque sin cambios para el nitrógeno ureico y creatinina ($P > 0,05$).

Gutiérrez *et al.* (2020) realizaron un experimento con el objetivo de valorar nutricionalmente al bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*) para su uso en la alimentación de rumiantes. Para ello, utilizaron la técnica de incubación en bolsas de nylon en dos vacas mestizas Siboney canuladas. Los resultados de la composición química mostraron bajo contenido de MS (12,55 %); sin embargo, el contenido de materia orgánica y proteína bruta fue aceptable. El contenido de fibra bruta (23,60 %) fue moderado, lo que contribuyó a una buena digestibilidad de la MS (63,62 %), MO (65,8 %) y aporte de energía metabolizable (9,54 MJ kg MS⁻¹). La degradabilidad de la fracción soluble (a) e insoluble (b) alcanzaron 28,6 % y 39 % respectivamente; mientras que la fracción potencialmente degradable (a+b) fue de 72,96 %. La tasa de degradación (c) fue de 6 % h⁻¹ y la degradabilidad efectiva (DE) para tasas de pasaje (k) de 0,02 y 0,08 alcanzó 60 y 43 % respectivamente. Se observó mayor contenido de proteína efectivamente degradable en rumen (ERDP) (67%; 59,18 g kg MS⁻¹) y menor aporte de proteína no degradable (UDP) (27%; 23,98 g kg MS⁻¹). Estos autores concluyeron que el bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*) constituye un residuo que pudiera utilizarse en la alimentación animal, especialmente en rumiantes.

Presencia de sustancias prebióticas en *Agave fourcroydes*

En la producción animal actual se incrementa la utilización de prebióticos, tales como los fructanos, que pueden desempeñarse como aditivos promotores del crecimiento, por los beneficiosos que aportan a la salud y al comportamiento productivo. Las especies de *Agave*

presentan considerables concentraciones de estos compuestos, además las características estructurales de estos carbohidratos pueden influir en la respuesta animal (García-Curbelo *et al.*, 2015; Hernández-Montesinos *et al.*, 2024).

La composición de inulina en la pulpa de henequén está alrededor de 15 a 20% (Higuera Ramírez, 2009) y en las piñas puede presentarse hasta un 29% (Ferrer-Serrano *et al.*, 2024). Este compuesto prebiótico se utiliza por las bacterias del tracto digestivo como fuente de energía. En este sentido, García-Curbelo *et al.* (2007) demostraron *in vitro* que dos cepas probióticas de *Lactobacillus salivarius* (7 y 65) y una mezcla probiótica fermentaron la inulina. Los resultados obtenidos permitieron comprobar que todas las cepas analizadas utilizan la inulina como fuente energética. Estos autores refieren que estas propiedades podrían generar trabajos futuros dirigidos a la obtención de productos simbióticos, en los que se potenciarían sus efectos.

Obtención de bioproductos a partir del henequén

En Cuba, se obtuvo a partir de los tallos de *Agave fourcroydes* (henequén) fructanos, como aditivo prebiótico para su utilización en la ganadería (García-Curbelo *et al.*, 2015). Este bioproducto se caracterizó desde el punto de vista químico y se demostró que mantiene la estabilidad física por espacio de seis meses y la estabilidad química del principio activo hasta los 12 meses, almacenado a temperatura ambiente (García-Curbelo *et al.*, 2022).

Hurtado *et al.* (2022) elaboraron un producto biológico con el objetivo de evaluar las características del extracto de *A. fourcroydes* fermentado como aditivo para ensilar. Como resultado se obtuvo una estabilidad de fermentación a las 24h con pH de 3,87, además de variaciones en la temperatura y °Brix. El bioproducto posee 15 % de materia seca, 47 % de proteína bruta (base seca) y se caracteriza por la presencia de microorganismos lignocelulolíticos, con predominio de *Penicillium spp.* y *Bacillus subtilis*. La obtención de bioproductos a partir del extracto del henequén y su utilización como activadores del proceso de ensilaje, representa una alternativa económica sustentable para conservar alimentos sin afectar el valor nutricional de estos.

La presencia de minerales en la pulpa garantiza la disponibilidad de Ca, Zn, Fe, Cu y Mn, reconocidos como elementos promotores de la actividad fermentativa, por formar parte de muchos sistemas enzimáticos como co-factores. También son fuentes naturales de oligofructanos, considerados entre los mejores sustratos para las bacterias ácido-lácticas con respecto a los de alto grado de polimerización, con estructura y composición heterogénea que facilita la fermentación y el crecimiento microbiano (Mercedes y Herrera, 2012). Todos estos factores pudieran contribuir al desarrollo de ensilajes de mayor calidad y estabilidad.

Efecto de los fructanos presentes en el henequén, como aditivo nutracéutico en animales de interés zootécnico

Los efectos de fructanos procedentes de *Agave fourcroydes* también se evaluaron en pollos de ceba. Para ello se utilizaron 525 animales mixtos de reproductora EB34 distribuidos en un diseño completamente aleatorizado en tres tratamientos: control (dieta estándar maíz-soya), adición de 0,25 y 0,5% de fructanos de *Agave fourcroydes* a la dieta estándar. Como principales resultados se obtuvo, la estimulación de la actividad fermentativa en ciego y el depósito de grasa abdominal. Solo con el tratamiento 0,50% se observó estimulación de la respuesta inmune con incremento del peso relativo de la bolsa de Fabricio, lo que estuvo relacionado con el aumento de los títulos de anticuerpos para la vacuna de Newcastle e incremento del peso vivo (García-Curbelo *et al.*, 2020). De acuerdo con estos autores, el uso de aditivos prebióticos garantiza el estado de eubiosis en el tracto gastrointestinal de los animales que incrementa la digestibilidad de los nutrientes y hace posible un mayor nivel de absorción, lo cual contribuye al desarrollo de los músculos.

García-Curbelo *et al.* (2015) realizaron un experimento para evaluar el efecto de fructanos de *Agave fourcroydes* en los indicadores productivos de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en las primeras etapas de desarrollo. Como resultado se observó que en los grupos con fructanos se incrementó la supervivencia animal por encima del 90%, así como mayor ganancia de biomasa (g), con mejor conversión de alimento. Estas condiciones permitieron que los animales se incorporaran a su etapa de desarrollo-ceba con mejores indicadores productivos.

Los resultados presentados en este trabajo permitieron demostrar la actividad prebiótica de los fructanos de *Agave fourcroydes*, al presentar características estructurales que permiten que no puedan ser hidrolizados, ni absorbidos en las partes altas del tracto gastrointestinal, pudiendo llegar al intestino grueso, sitio donde constituyen la fuente energética de microorganismos beneficiosos como lactobacilos y bifidobacterias, aspecto este que quedó demostrado en los estudios *in vitro*. Los estudios *in vivo* en cerdos, pollos de ceba y tilapia, confirmaron la respuesta biológica de tipo prebiótica de los fructanos de *Agave fourcroydes*, lo que respalda su empleo como aditivo en la alimentación animal.

Rondón *et al.* (2019) obtuvieron un aditivo simbiótico a partir de la mezcla de pulpa de henequén (rica en inulina, sustancia prebiótica) con PROBIOLACTIL® (cultivo probiótico de *Lactobacillus salivarius* C65) para su aplicación en la alimentación de terneros durante la etapa de destete en recría. Estos autores demostraron que la inclusión de este aditivo mejoró los indicadores de peso vivo, ganancia media diaria e incremento de peso a partir de los 21 días e incidió en la salud, al disminuir la ocurrencia de diarreas. El biopreparado, diseñado a partir de la aplicación de un cultivo probiótico a residuos agroindustriales, enriquecido con componentes nacionales y de alta disponibilidad, constituye un biopreparado simbiótico que puede emplearse como aditivo nutricional en terneros.

García-Curbelo *et al.* (2018) desarrollaron una investigación con el objetivo de evaluar los efectos de las agavinas de *Agave fourcroydes* en indicadores del metabolismo lipídico de cerdos en la etapa de crecimiento. El empleo de las agavinas en la dieta disminuyó los niveles de colesterol sérico ($P=0,0172$), que estuvo relacionado con la disminución de las lipoproteínas de

baja densidad ($P=0,0091$) y también redujeron los lípidos totales ($P=0,0254$). Los grupos tratados con prebiótico no tuvieron diferencias en los niveles de triglicéridos, lipoproteínas de alta densidad, lipoproteínas de muy baja densidad y peso vivo de los animales.

Hernández-Granados *et al.* (2021) evaluaron los efectos de la suplementación dietética con *Bifidobacterium animalis*, fructanos de *Agave* y un simbiótico de ambos encapsulados sobre el rendimiento del crecimiento, la eficiencia alimenticia, los parámetros sanguíneos y el estado inmune en pollos de engorde, y se compararon con dietas que incluían antibióticos promotores de crecimiento. Se demostró que los tratamientos alternativos lograron resultados productivos similares a los antibióticos y mostraron mejoras con respecto a la dieta sin aditivos. Sin embargo, estos aditivos tienen propiedades inmunomoduladoras y mejoran el desarrollo del tracto gastrointestinal en comparación con el tratamiento donde se aplicaron antibióticos promotores del crecimiento.

CONCLUSIÓN

Los resultados de las investigaciones sobre el uso de los residuos de *Agave fourcroydes* en la producción animal se dirigen fundamentalmente a su empleo como fuente de sustancias prebióticas por las potencialidades que presentan los fructanos de activar la microbiota y con ello, estimular el sistema inmune, aumentar la digestibilidad de nutrientes, disminuir la incidencia de microorganismos patógenos y en consecuencia mejorar la salud y la productividad de los animales de interés zootécnico.

REFERENCIAS

- AlAli, M., Alqubaisy, M., Aljaafari, M. N., AlAli, A. O., Baqais, L., Molouki, A., Abushelaibi, A., Lai, K. S., & Lim, S. E. (2021). Nutraceuticals: Transformation of Conventional Foods into Health Promoters/Disease Preventers and Safety Considerations. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(9), 2540. <https://doi.org/10.3390/molecules26092540>
- Annunziata, F., Pinna, C., Dallavalle, S., Tamborini, L., & Pinto, A. (2020). Una descripción general de la cumarina como un andamio versátil y fácilmente accesible con actividades biológicas de amplio alcance. *Revista Internacional de Ciencias Moleculares*, 21(13), 4618. <https://doi.org/10.3390/ijms21134618>
- Buonaiuto, G., Danese, T., El-Sabrou, K., & Yıldırım, A. (2025). Bioactive feed additives in animal nutrition: bridging innovation, health, and sustainability. *Front. Vet. Sci.*, 12, 1727126. <https://10.3389/fvets.2025.1727126>
- del Toro, M.I., Martínez, Y., Valdivié, M., Sánchez, D., & Jiménez, C. (2016). Caracterización físico-química de la harina de tallos de *Agave fourcroydes* Lem (Henequén). REDVET.

Revista Electrónica de Veterinaria, 17(10), 1-13.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63647454007>

- Ferrer-Serrano, C. M., de Cárdenas, B., & Mestre, M.M. (2024). Extraction of inulin from waste pineapples of Cuban henequen plants. *Journal of Clinical and Laboratory Research*, 7(5). <https://doi.org/10.31579/2768-0487/133>
- García-Curbelo, Y., Ayala, L., Bocourt, R., Albelo, N., Nuñez, O., Rodríguez, Y., & López, M.G. (2018). Agavinas como prebióticos: su influencia en el metabolismo lipídico de cerdos. *Cuban J. Agr Sci.*, 52(4), 395-400. <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/844/873>
- García-Curbelo, Y., Bocourt Salabarría, R., López Pérez, M. G., Albelo Dorta, N., & Núñez Peñalver, O. (2022). Estudio de estabilidad de un prebiótico constituido por fructanos de *Agave fourcroydes* para su utilización como aditivo en la ganadería. *Revista de Salud Animal*, 44. <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/71>
- García-Curbelo, Y., Bocourt Salabarría, R., Rodríguez Sánchez, B., Albelo Dorta, N., Albelo González, A., Herrera Villafranca, M., & López Pérez, M. (2020). Prebiotic effects of agavins in poultry. *Livestock Research for Rural Development*, 32(8). <https://www.lrrd.org/lrrd32/8/yanelys32122.html>
- García-Curbelo, Y., Boucourt, R., Albelo, N., & Núñez, O. (2007). Fermentación de inulina por bacterias ácido lácticas con características probióticas. *Cuban J. Agr Sci.*, 41, 263. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017693011.pdf>
- García-Curbelo, Y., Llanes, J., Toledo, J., Albelo, N., & Bocourt, R. (2015). Evaluación de fructanos de *Agave fourcroydes* (FRUCTOICA) en postlarvas de tilapias del Nilo GIFT (*Oreochromis niloticus*). *AcuaCUBA*, 17(1), 23-27. <https://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd29/1/curb29008.html>
- García-Curbelo, Y., López, M., Bocourt, R., Rodríguez, Z., Urias-Silva, J., & Herrera, M. (2012). *In vitro* fermentation of the extract of *Agave fourcroydes* (henequen) by lactic acid bacteria. *Cuban J. Agr Sci.*, 46(3), 203-209. <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/71>
- Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L., Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491-502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

- Gutiérrez, D., Aguirre, L., Ortiz, B., Lima R., Rodríguez, Z., González, A., & Elías A. (2020). Nutritional assessment of bagasse of *Agave fourcroydes* (henequen) for use in animal feed. *Bosques Latitud Cero*, 10(1), 29-38. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/716>
- Hernández-Granados, M.J., Ortiz-Basurto, R.I., Jiménez-Fernández, M., García-Munguía, C.A., & Franco-Robles, E. (2021). Dietary encapsulated *Bifidobacterium animalis* and *Agave fructans* improve growth performance, health parameters, and immune response in broiler chickens. *Anim. Biosci.*, 35(4), 587-595. <https://doi.org/10.5713/ab.21.0213>
- Hernández-Montesinos, A.J., Alfonso González, D., Coronado Acosta, D., Reyes Fernández, R., & Rodríguez Alfonso, D. (2024). Determination of fructans in vegetative organs of *Agave Offoyana* (Asparagaceae) and its potential use as a prebiotic. *Cuban J. Agr Sci.*, 58. <https://cu-id.com/1996/v58e26>
- Higuera Ramírez, A.I. (2009). Evaluación del efecto prebiótico del aguamiel de Maguey en *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Tesis (Maestro en Ciencias en Bioprocesos), Instituto Politécnico Nacional, SEPI, UPIBI. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:130749219>
- Hurtado, B.Y., Lima Orozco, R., Casanova Cosío, E., & Gutiérrez González, D. (2022). Extracto de *Agave fourcroydes* fermentado como aditivo para ensilajes. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 125-130. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3029/2980>
- Iser, M., Valdivié, M., Figueredo, L., Nuñez, E., Más, D., & Martínez, Y. (2020). Secondary metabolites, quality indicators and organoleptic characteristics of stems meal from *Agave fourcroydes* (henequen). *Cuban J. Agr Sci.*, 54(1), 1-10. <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/937>
- Martínez, Y., Iser, M., Valdivié, M., Galindo, J., & Sánchez, D. (2021). Supplementation with *Agave fourcroydes* powder on growth performance, carcass traits, organ weights, gut morphometry, and blood biochemistry in broiler rabbits. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 756-772. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5892>
- Mercedes, G. L., & Herrera, M. (2012). In vitro fermentation of the extract of *Agave fourcroydes* (henequen) by lactic acid bacteria. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 46(2). <https://cjasience.com/index.php/CJAS/article/view/71>
- Onu, E.O., Ugwoke, J.I., Edeh, H.O. Onu, M.C., & Onyimonyi, A.E. (2024). A review: Flavonoid; A Phyto-nutrient and its impact in livestock animal nutrition. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(01), 311-320. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.2701>

- Orzuna-Orzuna, J. F., Dorantes-Iturbide, G., Lara-Bueno, A., Chay-Canul, A. J., Miranda-Romero, L. A., & Mendoza-Martínez, G. D. (2023). Meta-analysis of flavonoids use into beef and dairy cattle diet: Performance, antioxidant status, ruminal fermentation, meat quality, and milk composition. *Frontiers in veterinary science*, *10*, 1134925. <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1134925>
- Rondón, A. J., del Valle, A., Milián, G., Arteaga, F. G., Rodríguez, M., Valdivia, A., & Martínez, M. (2019). Obtención de un biopreparado simbiótico (mezcla de pulpa de *Agave fourcroydes* Lem. y PROBIOLACTIL®) para su aplicación en terneros. *Agrisost*, *25*(2), 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8410973>
- Sadowska-Bartosz, I., & Bartosz, G. (2024). Antioxidant Activity of Anthocyanins and Anthocyanidins: A Critical Review. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(22), 12001. <https://doi.org/10.3390/ijms252212001>
- Shegute, T., & Wasihun, Y. (2020). Antibacterial activity and phytochemical components of leaf extracts of *Agave americana*. *J. Exp. Pharmacol.*, *3*(12), 447-454. <https://doi.org/10.2147/JEP.S258605>
- Tian, X., & Lu, Q. (2022). Anthocyanins in Dairy Cow Nutrition: A Review. *Agriculture*, *12*(11), 1806. <https://doi.org/10.3390/agriculture12111806>
- Trujillo-Ramírez, D., Bustos-Vázquez, M. G., Martínez-Velasco, A., & Torres-de los Santos, R. (2023). Integral use of henequen (*Agave fourcroydes*): applications and trends—a Review. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *26*(2). <http://doi.org/10.56369/tsaes.4619>
- Zeki, N.M., & Mustafa, Y.F. (2024). Coumarin hybrids: a sighting of their roles in drug targeting. *Chem. Pap.*, *78*, 5753-5772. <https://doi.org/10.1007/s11696-024-03498-z>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Concepción y diseño de la investigación: AJRC, MRO, MLS; análisis e interpretación de los datos: AJRC, MRO, MLS; redacción del artículo: AJRC, MRO, MLS.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.