

Perspectivas científicas del agro

Serie de documentos de trabajo

Escaneo científico sobre tendencias en investigación en ensilaje de residuos de café

Autores:

Leidy Johanna Cárdenas Solano
Carlos Alberto Contreras Pedraza
Eliana Yadira Báez Daza
Lucero Gertrudis Rodríguez Silva
Juan Ricardo Zambrano Ortiz
Juan Leonardo Cardona Iglesias





Escaneo científico sobre tendencias en investigación en ensilaje de residuos de café

Autores

Leidy Johanna Cárdenas Solano
Carlos Alberto Contreras Pedraza
Eliana Yadira Báez Daza
Lucero Gertrudis Rodríguez Silva
Juan Ricardo Zambrano Ortiz
Juan Leonardo Cardona Iglesias

Mosquera, octubre 2024

La elaboración de este documento se deriva de las acciones de monitoreo y seguimiento de información científica, desarrollados por el Departamento de Inteligencia Científica y Tecnológica de la Dirección de Investigación y Desarrollo de Agrosavia.

Este estudio hacer parte de los productos de investigación derivados del proyecto: Fortalecimiento del manejo integral de materiales sólidos orgánicos de agricultura, a través de estrategias de economía circular, que promueva la sostenibilidad ambiental y productiva de las familias campesinas del departamento de Santander. Financiado por la Gobernación del departamento de Santander en el año 2023, y ejecutado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia (C.I La Suiza).

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, Cundinamarca. Código postal 250047,
Colombia.

C.I La Suiza. Km 32 vía al mar Vereda Galápagos Rionegro Santander tel. (+57)6014227300 ext. 2700.

Citación sugerida: Cárdenas S., L. J., Contreras P., C. A., Báez D., E. Y., Rodríguez S., L.G., Zambrano O., J. R. & Cardona I., J. L. (2024). *Escaneo científico sobre tendencias en investigación en ensilaje de residuos de café*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

DOI: 10.21930/agrosavia.escaneocientifico.2023.1

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
<http://www.agrosavia.co>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, y declaran, en este último supuesto, que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN.....	8
Entorno científico y tecnológico	10
Red de Coocurrencia de tópicos	10
Aplicaciones de la pulpa de café en la alimentación de diferentes tipos de animal.....	12
Análisis de publicaciones	20
Bibliografía.....	22

Lista de Tablas

Tabla 1. Indicadores bibliométricos de la producción científica	10
---	----

Lista de Figuras

Figura 1. Red de coocurrencia de tópicos clave sobre utilización de residuos de café a partir de procesos de ensilaje	11
---	----

Autores

Leidy Johanna Cardenas Solano, M.Sc.

Orcid: [0000-0001-5471-7160](https://orcid.org/0000-0001-5471-7160)

Ingeniera Industrial, MSc en Ingeniería Industrial enfocada en la gestión de la tecnología y la innovación, certificada como Ciudadana de Datos por Alianza Caoba y Científica de datos certificada por MinTIC y Correlation One, con conocimientos en ISO 27001:2013. Investigador Junior reconocido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia y Analista del Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. Formación en Platzi en Transformación Digital y más de 10 años de experiencia en valoración financiera de tecnologías, transferencia tecnológica y formulación de proyectos de I+D+i para el SGR, Minciencias, y CYTED. Docente universitaria, experiencia en la creación del Centro de Investigación en Agua CENIAGUA y formulación de proyectos para la consecución de más de 13 mil millones que se ejecutan a través de proyectos financiados con beneficios tributarios. Las principales áreas de investigación comprenden la gestión del conocimiento, la gestión de la innovación, la gestión de la tecnología, la inteligencia competitiva, la vigilancia tecnológica, la cienciometría, el análisis de las cadenas de valor de la agricultura, la hoja de ruta tecnológica, el benchmarking, y la prospectiva tecnológica.

Carlos Alberto Contreras Pedraza, M.Sc.

Orcid: [0000-0001-7138-2147](https://orcid.org/0000-0001-7138-2147)

Profesional en Ingeniería Industrial, Magíster en Ingeniería Agrícola y estudios en Magister en Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. Investigador Master Asociado de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA y Coordinador de Inteligencia Científica de la misma. Experiencia en investigación y ejecución de proyectos en el área de gestión tecnológica, gestión de conocimiento y direccionamiento estratégico de sectores productivos. Ha desarrollado proyectos con la Universidad Nacional de Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural,

AGROSAVIA, La Corporación de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de la Industria Naval Marítima y Fluvial - COTECMAR, Cámara de Comercio de Cartagena, Universidad Tecnológica de Bolívar, entre otras. Conocimiento y habilidad en el desarrollo de ejercicios de vigilancia tecnológica y comercial, benchmarking, diagnóstico tecnológico, prospectiva, desarrollo de indicadores en CTI, entre otros. Experiencia en estudios estratégicos para cadenas productivas agroindustriales, manejo de bases de datos de información científica y comercial, elaboración y actualización de indicadores de CTI para el sector agropecuario, al igual herramientas informáticas básicas y especializadas en el campo de la vigilancia tecnológica y comercial.

Eliana Yadira Báez Daza

Orcid [0000-0002-1059-1604](https://orcid.org/0000-0002-1059-1604)

Ingeniera agrónoma de la Universidad de Pamplona con maestría en Agroforestería Tropical con énfasis en sistemas agroforestales de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá. Cuenta con experiencia en manejo de recurso genético; caracterización morfológica de materiales; selección de materiales genéticos de cacao con requerimientos de producción, calidad y factores climáticos; manejo de cosecha y poscosecha de cacao; modelos agroforestales asociados a cacao con maderas finas tropicales; y manejo productivo del cultivo de cacao bajo SAF. Es autora de dos variedades de cacao de Agrosavia TCS (*Theobroma Corpoica La Suiza*), ha publicado artículos científicos en revistas indexadas y es autora diferentes publicaciones en base de estudios en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) para el departamento de Santander. Actualmente se desempeña como investigador máster vinculada a la Red de Cacao del Centro de Investigación La Suiza de AGROSAVIA en Rionegro Santander.

Lucero Gertrudis Rodriguez Silva

Orcid: [0000-0001-9454-7821](https://orcid.org/0000-0001-9454-7821)

Profesional agroindustrial de la Universidad Industrial de Santander (UIS), con Maestría en Biotecnología Alimentaria de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Bucaramanga. Cuenta con experiencia como juez experto en análisis sensorial de

alimentos con énfasis en licor de cacao, pertenece al panel nacional de jueces en productos de chocolatería y licor de cacao permitiéndole participar en concursos nacionales e internacionales, líder y formadora del panel sensorial del Centro de Investigación La Suiza, analista de variables morfológicas, físicas, químicas y sensoriales de materiales genéticos de cacao, incorporación de procesos y técnicas de laboratorio en función de métodos de caracterización, cosecha y poscosecha, así como procesos agroindustriales acorde a los estándares de calidad internacional. Participa en la construcción de normativas Icontec para grano de cacao y chocolatería como equipo ejecutor. Autora de la oferta tecnológica de módulos de beneficio modulares para cacao, oferta sensorial en análisis físico y sensorial y de contenidos audiovisuales relacionados con proceso de poscosecha y análisis sensorial; ha publicado artículos en revistas indexadas. Actualmente se desempeña como investigadora Máster vinculada a la Red de Cacao en el Centro de Investigación La Suiza de Agrosavia en Rionegro, Santander.

Juan Ricardo Zambrano Ortiz

Orcid: [0000-0003-3748-6211](https://orcid.org/0000-0003-3748-6211)

Profesional en Zootecnia, egresado de la Universidad Libre Seccional Socorro, estudiante de maestría en Salud y Producción Animal, línea de profundización Nutrición Animal en la Universidad Cooperativa de Colombia Sede Bucaramanga. Profesional de Apoyo a la Investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, Con habilidades y experiencia de 12 años en apoyo de investigaciones en la línea de nutrición animal de ganadería bovina, ovina y caprina. Establecimiento y manejo de pasturas y forrajes, sistemas silvopastoriles y cultivos transitorios para la alimentación animal. Así mismo en apoyo de proyectos de extensión con comunidades campesinas e indígenas.

Juan Leonardo Cardona Iglesias

Orcid: [0000-0001-5225-8108](https://orcid.org/0000-0001-5225-8108)

Zootecnista y Magíster en Ciencias Animales con énfasis en Sistemas Sostenibles de Producción Animal de la Universidad de Antioquia. Integrante del grupo de investigación en Microbiología y Nutrición Animal del Trópico de la Corporación Colombiana de

Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Tiene experiencia en investigación sobre nutrición animal, manejo de pasturas y forrajes, establecimiento, manejo y uso de sistemas silvopastoriles, y evaluación de estrategias nutricionales para la mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas pastoriles. Ha sido docente universitario y ha trabajado en proyectos de extensión con comunidades campesinas e indígenas. Actualmente investiga en las áreas de ganadería de leche, doble propósito y especies menores, con énfasis en sistemas productivos sostenibles, marcos de economía circular a escala de agricultura campesina familiar, étnica y comunitaria (ACFEC).

INTRODUCCIÓN

En este análisis se identifican y examinan las principales tendencias de investigación relacionadas con proceso de ensilaje de residuos de café. El ensilaje es un proceso utilizado para la conservación de materiales vegetales producidos estacionalmente. Consiste en la preservación de estos en estructuras de almacenamiento denominadas silos, por medio de fermentaciones parciales producidas por bacterias anaerobias que actúan principalmente sobre los carbohidratos solubles presentes en el material (Centro Nacional de Investigación de café - CENICAFE, 2003). El producto final de esta fermentación se puede destinar a animales, monogástricos, poligástricos, acuicultura y como sustrato de algunas especies vegetales. A nivel de costos se observa que en las condiciones actuales el precio del ensilado es muy bajo y los beneficios que le da al producto final son atractivos (Noriega Salazar et al., 2008). El empleo del ensilaje como producto intermedio en la elaboración de productos específicos es importante para la conservación de la pulpa y no aumenta el costo, comparado con los beneficios que se obtienen. La combinación óptima de utilización de estos subproductos del café depende de las necesidades de cada productor y del mercado que maneje (Saucedo et al., 1999).

De acuerdo con las investigaciones desarrolladas por Cenicafé, la pulpa de café se puede utilizar como sustrato para el cultivo de la lombriz roja y para la producción de hongos comestibles (Rodríguez Valencia & Zuluaga Vasco, 1994; Vargas Cala & Aguilar Díaz, 2023), actividades que requieren la utilización de pulpa fresca. Teniendo en cuenta la gran disponibilidad en los meses de la cosecha principal y de mitaca, y la composición química de la pulpa de café se han propuesto varias formas de utilizarla (Noriega Salazar et al., 2008), entre los cuales se destaca el ensilaje destinado a la alimentación animal, secado, torta de pulpa de café, jugo tratado mediante procesos microbiológicos que originan productos ricos en energía para consumo animal (Ferrer et al., 1995; Ramirez J., 1998), extracción de cafeína y proteína, fermentación natural utilizada como abono orgánico, energía en forma de gas, etc. (Braham & Bressani, 1978). En cuanto al ensilaje, se constituye en una herramienta eficaz para su almacenamiento y posterior utilización,

siendo un proceso de tecnología simple que puede ser aplicado con relativa facilidad por los caficultores.

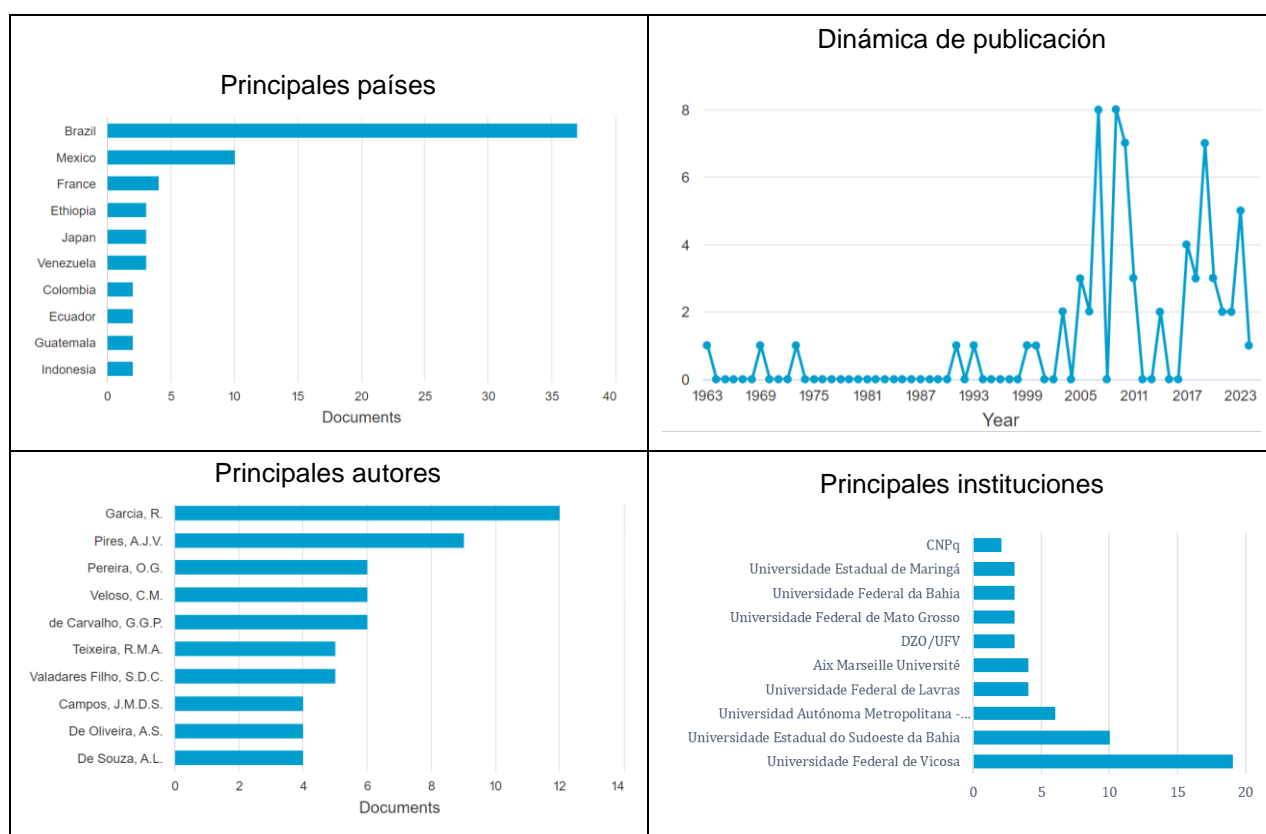
Este análisis se llevó a cabo utilizando herramientas de vigilancia tecnológica. Se consultaron y descargaron publicaciones científicas de la base de datos Scopus®, empleando una ecuación de búsqueda con palabras claves específicas para el tema de estudio. Se recopiló un corpus de información relevante, abarcando todas las categorías de publicaciones (artículos, capítulos de libro, libros, revisiones, ponencias), y se analizó su dinámica y actividad en el periodo 1963-2023.

Para elaborar el mapa temático de tendencias, se utilizó el software libre Bibliometrix®, con interfaz web, que permite generar indicadores cuantitativos e identificar tendencias representadas en un mapa con tópicos relevantes. En cuanto a la identificación de clústeres de investigación afines, se empleó el software libre VOSviewer®, una herramienta que, a través de cálculos algorítmicos, analiza la coocurrencia de palabras clave, visualizándola en una red representada por un gráfico de nodos y líneas de relación.

Entorno científico y tecnológico

Con el fin de revisar en la literatura lo que se ha trabajado sobre este tema en específico, se hizo una búsqueda en la base de datos Scopus usando la ecuación **TITLE-ABS-KEY ("coffee pulp silage" OR "silage coffee" OR "coffee silage" OR (silage AND coffee))**. Esta ecuación permitió recuperar 69 documentos, la mayoría de ellos publicados por autores e instituciones de Brasil, seguido de México, Francia, Etiopía, Japón, Venezuela y Colombia.

Tabla 1. Indicadores bibliométricos de la producción científica



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos Scopus.

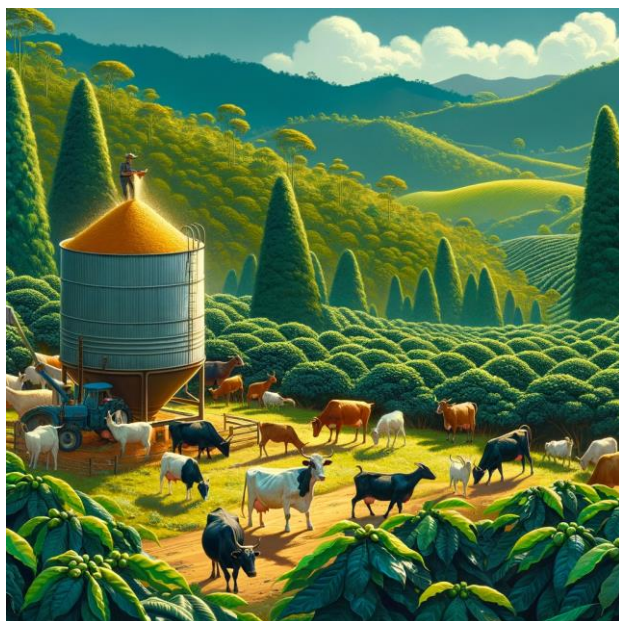
Red de Coocurrencia de tópicos

La red de co-ocurrencia de tópicos claves permite identificar la manera cómo los tópicos se integran en clústeres temáticos generando focos de investigación. En la Figura 1 se muestra el mapa de co-ocurrencia usando vosviewer, con el fin de encontrar tópicos claves asociados a la investigación de ensilaje de café, encontrando 3 clústeres que muestran la

mayoría de los términos están asociados a alimentación, alimentos alternativos, nutrientes y aditivos para animales.

Aplicaciones de la pulpa de café en la alimentación de diferentes tipos de animal

A continuación, se presentan algunas aplicaciones en la alimentación con pulpa de café según el tipo de animal:




Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Rumiantes comiendo pulpa de café en paisajes colombianos [Imagen generada por inteligencia artificial]. OpenAI DALL-E.

Rumiantes: Uno de los principales factores que determina el valor nutritivo de un alimento es la cantidad que los animales consumen voluntariamente cuando tienen acceso libre a él. Cabezas *et al.* (1978) señalaron que una de las limitaciones de ese material como alimento para el ganado es la renuncia de los animales a consumirlo como principal alimento de la ración. Los autores anteriores también mostraron que el consumo voluntario mejora cuando la pulpa es suplementada con alimentos de alta palatabilidad, forrajes y concentrados proteicos.



Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Fish interacting with coffee pulp in a clean underwater environment [AI-generated image]. DALL-E.

Peces: Garcia y Bayne (1974) realizaron un ensayo sobre la alimentación de tilapias (*Tilapia aureus*) utilizando tres tratamientos que consistieron en un grupo control que no recibió ningún suplemento alimenticio, un grupo alimentado con gallinaza y un grupo alimentado con pellet que contenía 30% de pulpa de café, más afrecho de trigo, maíz molido, melaza de caña, harina de semilla de algodón, urea y harina de hueso. En los resultados fue posible observar que el mayor aumento de peso se logró en los animales alimentados con mezcla de pulpa de café. No se observó toxicidad y el rendimiento en kg/ha/año del grupo alimentado con pulpa de café comparado con grupo testigo y el grupo que recibió el tratamiento de la gallinaza. Otro estudio adicional, fue el de Moreau *et al.* (2003), quienes alimentaron por 28 días tilapias con dietas de energía y proteínas que contenían pulpa fresca y ensilada de café. Los resultados demostraron que la pulpa fresca y ensilada de café no es alimento conveniente para las tilapias del Nilo; sin embargo, un adecuado conocimiento en el proceso de ensilaje podría permitir mejorar perceptiblemente el valor nutritivo de los subproductos de la pulpa de café. Castillo *et al.* (2002) evaluaron el efecto de la inclusión de la pulpa de café

	<p>deshidratada en las dietas para alevines de tilapia roja (<i>Oreochromis aureus x Oreochromis niloticus</i>), y los resultados demostraron que el mejor comportamiento lo presentaron los alevines sometidos a la dieta testigo y 10% de café, mientras que el tratamiento con 30% de café en la dieta generó la menor ganancia de peso de los alevines. Sin embargo, se puede incluir la pulpa de café en dietas para alevines de tilapia hasta 20%, sin afectar los índices productivos del animal.</p>
 <p>Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Vaca lechera alimentándose con pulpa de café [imagen generada por inteligencia artificial].</p>	<p>Vacas lecheras: La pulpa de café ha sido empleada ensilada o deshidratada en los concentrados normalmente utilizados para suplementar los forrajes que sirven de base para la alimentación de vacas lecheras (Cabezas <i>et al.</i>, 1977). Por otra parte, la pulpa de café puede ser incorporada a niveles que van de 20 a 40% del concentrado y de 10 a 20% de materia seca de una ración completa sin que produzca disminución en la producción de leche. La pulpa de café deshidratada y molida puede ser suministrada hasta un 20% como suplemento en vacas lecheras, sin causar efectos detrimentales (Flores, 1976).</p>



Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Novillos alimentados con pulpa de café en un paisaje colombiano [Imagen generada por inteligencia artificial]. DALL-E.

Novillos: Aunque el consumo de la pulpa de café presenta sus limitaciones, esta puede desempeñar un papel importante en los sistemas de alimentación intensivos del ganado bovino en los países tropicales porque su uso puede alcanzar entre 20 y 30% en las raciones para bovinos de carne. El contenido de nutrientes totales y digerible de la pulpa de café muestra que es un subproducto agrícola con un valor nutritivo potencial similar al de un forraje tropical de buena calidad (Braham y Bressani, 1978). En el estudio de Vargas *et al.* (1977) alimentaron novillos Holstein con alimento concentrado y sustitución de 20, 40 y 60% de pulpa de café deshidratada. Estos autores reportaron disminución en la ganancia de peso diaria, consumo de materias seca, proteína y energía digestible cuando se incrementaban los niveles de pulpa de café en las dietas, y encontraron que el consumo de elevadas proporciones de pulpa en terneros trae como consecuencia retardo en el crecimiento.




Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Aves alimentándose con pulpa de café [Imagen generada]. DALL-E.

Aves: Romero *et al.* (1995) utilizaron la pulpa de café sometida a diferentes tratamientos mediante pruebas de consumo y aceptabilidad en aves. Se realizaron tres ensayos con diferentes inclusiones de pulpa de café, identificando que la mejor respuesta de energía metabolizable se obtuvo en la pulpa de café ensilada con 5% de melaza. Acosta *et al.* (1997) alimentaron gallos con pulpa de café ensilada con niveles de inclusión de 5, 10, 15, 20, 25 y 30%, más el testigo (sólo maíz). Concluyeron que inclusiones superiores a 5% de pulpa de café ocasionan efecto dañino en la digestibilidad verdadera de la materia seca y en la energía metabolizable del animal.



Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Conejos alimentándose con pulpa de café ensilada con melaza y pulpa de café sin melaza en un paisaje colombiano [Imagen generada por IA]. DALL-E.

Conejos: Bautista *et al.* (1999b) evaluaron la factibilidad de utilizar la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos en las etapas de crecimiento y de engorde. Para realizar este estudio utilizaron pulpa de café ensilada con melaza y pulpa de café sin melaza, pero con inóculo de bacterias acidolácticas. Los resultados obtenidos indicaron que, aunque los valores de crecimiento no superan los reportados con alimentos comerciales, es factible utilizar hasta un 85% de pulpa de café ensilada con melaza. En este ensayo se demostró que no se requiere del inóculo durante el

	<p>ensilaje, debido a que no se observó ninguna mejora en las variables estudiadas.</p>
 <p>Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Corderos alimentados con pulpa de café en un paisaje colombiano [Imagen generada].</p>	<p>Ovinos: Ferreira <i>et al.</i> (2000) evaluaron el crecimiento de corderos y corderas alimentados con pulpa de café como parte de la dieta durante 50 días, quienes utilizaron un control sin pulpa ensilada, pulpa de café natural y pulpa de café tratada con urea y semillas de soya molidas. Estos autores detectaron que la inclusión de niveles de 15% de pulpa de café no afectó el crecimiento de los animales, pero los machos presentaron un desempeño mayor que las hembras. Posteriormente, Ferreira <i>et al.</i> (2003) evaluaron en corderos híbridos y en un grupo puro, tres dietas con diferentes dosis de pulpa de café entre 0 y 25% (mencionadas anteriormente) y encontraron que la inclusión de 15% de pulpa tratada con urea y semilla de soya no afectó significativamente el peso de las canales de paleta, lomo y pierna de los corderos.</p>



Fuente: OpenAI (2024) & Cárdenas, L.J. Porcinos alimentados con pulpa de café en un paisaje colombiano [Imagen generada].

Porcinos: Braham y Bressani (1978) señalaron que el ensilado es uno de los mejores procesos para manejar y preservar este material. La respuesta de cerdos alimentados con diferentes dietas (mezcla de maíz y soya, pulpa de café deshidratada al sol, pulpa de café ensilada con melaza, pulpa de café ensilada con 1,5% de Na_2SO_5 , entre otras) revelaron que existe una tendencia a un mejor comportamiento en los animales alimentados con pulpa deshidratada al sol o deshidratada sin aditivos. La mejor respuesta en relación con la ganancia de peso se obtuvo en los animales alimentados con pulpa deshidratada, la cual fue similar a la dieta control, seguida del grupo alimentado con pulpa ensilada deshidratada. Bautista *et al.* (1999c) determinaron la ganancia de peso, el consumo de alimentos y la conversión alimenticia en cerdos de crecimiento y acabado, alimentados con pulpa de café ensilada con melaza en niveles de 0, 5, 10, 15 y 20% de la ración y constataron que es posible utilizar en cerdos los niveles de 20% de pulpa de café ensilada en la etapa de crecimiento y 15% en la de acabado sin ocasionar pérdidas en los parámetros productivos cuando se compara con los proporcionados a través del alimento comercial.

En este sentido, y ante la dificultad que se tiene de reducir los costos de producción debido a la importación de materias primas se hace necesario identificar alternativas nutricionales para la producción pecuaria (Fabián Flórez-Delgado & Rosales-Asensio, 2018), que cumplan este objetivo, pero que también sean sostenibles ambientalmente hablando (Noriega Salazar et al., 2008), en los países tropicales como Colombia, con gran diversidad de climas, que tienen vastos territorios dedicados a la producción de gran variedad de frutas, hortalizas y cultivos de cereales, gramíneas y leguminosas que generan residuales especialmente de cosecha y de la agroindustria, existe una oportunidad con esta gran biomasa de residuos que tiene un potencial uso en la alimentación animal, y que al no ser utilizada se puede convertir en un factor contaminante del medio ambiente. Por lo tanto, con procesos biotecnológicos sencillos como la fermentación, se puede lograr transformar dichos residuos en alimentos con altos niveles energético-protéicos, económicos, de gran valor nutricional y ambiental para que sean suministrados a diversas especies animales (Borrás-Sandoval & Torres-Vidales, 2016).

De acuerdo con este contexto, es importante incluir en la dieta de los animales ingredientes alternativos que favorezcan la actividad ruminal (Gallego et al., 2017), aumentando la eficiencia digestiva y mejorando los indicadores productivos en el ganado lechero. Por ello, las alternativas nutricionales incluyen el ensilaje de pulpa de café (CPS), que permite un manejo adecuado de los residuos generados en la agroindustria de este grano y minimiza los costos de alimentación (Yoplac et al., 2017), considerando que la pulpa de café cumple con los parámetros nutricionales, económicos y ambientales, para sustituir parcialmente las materias primas nutricionales empleadas en la alimentación animal en busca de la sostenibilidad de las empresas agropecuarias (Oude Elferink et al., 2001).

La implementación del ensilaje de pulpa de café en rumiantes requiere un manejo adecuado de la pulpa, evitando su oxidación y la formación de hongos. Puede mezclarse con otras materias primas como caña de azúcar, urea y melaza, permitiendo su conservación sin afectar su composición nutricional y sin representar un riesgo para el bienestar de los animales (Flórez & Rosales 2018).

Análisis de publicaciones

Sumado a lo anterior, se revisaron las dos publicaciones en esta temática que se encontraron para Colombia, una de las publicaciones es reciente, publicada en 2023, titulada “Effects of the inclusion of coffee pulp silage in the diet on the performance and profitability of crossbred milk cows in the middle tropics” (Flórez-Delgado et al., 2023), cuyo propósito fue evaluar el impacto de la inclusión de ensilaje de pulpa de café (CPS) en el rendimiento y la rentabilidad de vacas mestizas en el trópico medio, teniendo en cuenta que los forrajes constituyen el alimento básico del ganado en los sistemas de producción. Sin embargo, presentan deficiencias metabólicas y dietéticas. Por lo tanto, el forraje no puede considerarse una dieta nutricionalmente equilibrada (Detman et al., 2014). Debido a lo anterior, se utilizan alimentos balanceados para compensar estas diferencias. Sin embargo, el uso de estos alimentos balanceados tiene un fuerte impacto en los costos de producción, reduciendo drásticamente el margen de ganancia del productor primario (Flórez et al., 2018). Esta situación ha llevado a los productores a considerar nuevos alimentos y alternativas nutricionales y ambientalmente sustentables.

La investigación se llevó a cabo en una Granja Experimental de la Universidad de Pamplona. Se utilizaron cuatro bovinas multíparas lactantes con un peso corporal promedio de 380 ± 10 kg, una edad promedio de 6 ± 0.03 años y una condición corporal de 3.8 en una escala de 1 a 5. El experimento constó de cuatro subperíodos de 21 días cada uno, con los primeros 14 días destinados a la adaptación a la dieta experimental y los siguientes 7 días para la toma de muestras. La dieta base consistió en forraje Pennisetum.sp., con un suplemento concentrado equivalente al 0,2% del peso corporal, y acceso libre a agua y sal mineralizada. La inclusión del CPS se realizó a niveles del 4%, 8% y 12% del consumo de materia seca (dry matter - DM). Se evaluaron diversos parámetros, como el consumo de MS, la digestibilidad de nutrientes, la producción y composición de la leche, parámetros sanguíneos y análisis económicos.

Los hallazgos indicaron que la inclusión de CPS en la dieta aumentó significativamente ($P < 0,05$) la ingesta voluntaria en kg día⁻¹ de materia seca, materia orgánica (organic matter - OM), pulpa de café, extracto etéreo (ethereal extract - EE), carbohidratos sin fibra (non-

fiber carbohydrates - NFC), materia orgánica digerida (digested OM - DM), fibra detergente neutra corregida por cenizas y proteínas (NDFap), DNDF y concentración de NTD en la dieta, así como la digestibilidad total de materia seca y materia orgánica, y el contenido de materia orgánica digestible (DOM) en la dieta. La producción y composición química de la leche no se vieron afectadas significativamente ($P > 0,10$) por la inclusión de CPS en la dieta. Además, se observó un aumento significativo ($P < 0,05$) en la concentración de albúmina y globulinas en la sangre de los animales alimentados con CPS.

En resumen, la inclusión de CPS en la dieta mejoró la eficiencia productiva del ganado lechero en el trópico medio. Se concluye que la inclusión del 4% de CPS en la MS de la dieta representa una estrategia nutricional viable, que mejora las características nutricionales y la concentración de albúmina y globulinas en la sangre de vacas lecheras mestizas en el trópico medio, sin afectar la producción de leche y con una relación costo-beneficio favorable.

La otra publicación encontrada en Colombia corresponde a “Evaluación nutricional de ensilajes con cereza de café (*Coffea arabica* L.) para suplementación en rumiantes” (Aguirre-Fernandez et al., 2018), realizado por la Universidad Libre del municipio del Socorro (Santander), cuyo objetivo fue evaluar nutricionalmente ensilajes de cereza de café (*Coffea Arábica* L.) con aditivos: microorganismos eficientes y kumis, para ser utilizados en la suplementación de rumiantes. Se evaluaron varios tiempos de fermentación tanto para pH y temperatura, como para materia seca, proteína y fibra detergente neutra (NDF); también se hizo evaluación de los indicadores organolépticos (olor, color y textura). Los resultados demostraron que la cereza de café como subproducto, puede ser utilizada en la elaboración de ensilajes. Los tratamientos en general presentaron valores de pH (4.0) y temperatura (25° C) dentro del rango normal, lo que contribuyó a mantener estable el contenido de materia seca que está estrechamente relacionado con estas variables, por lo que se obtuvo una buena calidad nutricional ya que son indicadores de calidad. El contenido de proteína en promedio fue de 15.8 % en el día 31 para todos los tratamientos, siendo el tratamiento con kumis el de mayor valor proteico (18.1 %); esto demuestra que la adición de inóculo tiene un efecto positivo en el contenido de proteína y una reducción en el contenido de fibra detergente neutro. Teniendo en cuenta estos aspectos, las características organolépticas estaban dentro de los parámetros considerados aceptables

para la alimentación de los animales. Por lo tanto, el tratamiento más apropiado para ser utilizado en futuras dietas de alimentación de rumiantes según los resultados encontrados de esta investigación es la café cereza con kumis.

Bibliografía

- Adams, S. K., & Williams, D. L. (1981). Fuel Shutoff Controls on Diesel Tractors: An Investigation of a Population Stereotype. *Http://Dx.Doi.Org/10.1177/107118138102500146*, 25(1), 178–182. <https://doi.org/10.1177/107118138102500146>
- Aguirre-Fernandez, P. A., Acosta-Pinto, L. M., Cardozo-Corzo, L. D., Rodríguez-Arenas, S. A., & Corredor-Sánchez, G. A. (2018). Nutritional evaluation of silage with coffee (*Coffea Arabica* L.) cherry for ruminant supplementation. *Acta Agronómica*, 67(2), 326–332. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n2.66563>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bartol, T., Budimir, G., Juznic, P., & Stopar, K. (2016). Mapping and classification of agriculture in Web of Science: other subject categories and research fields may benefit. *Scientometrics*, 109(2), 979–996. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2071-6>
- Bayisa, Y. M., Bullo, T. A., Jiru, E. B., & Ancha, V. R. (2023). Sustainable green biogas production from pretreated wheat straw blended with coffee husk using neem leaves-based iron (III) nanocatalyst via response surface methodology. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 136(3), 1385–1405. <https://doi.org/10.1007/S11144-023-02417-9>
- Bekalo, S. A., & Reinhardt, H. W. (2010). Fibers of coffee husk and hulls for the production of particleboard. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 43(8), 1049–1060. <https://doi.org/10.1617/S11527-009-9565-0/METRICS>
- Benoit, I., Navarro, D., Marnet, N., Rakotomanomana, N., Lesage-Meessen, L., Sigoillot, J. C., Asther, M., & Asther, M. (2006). Feruloyl esterases as a tool for the release of phenolic compounds from agro-industrial by-products. *Carbohydrate Research*, 341(11), 1820–1827. <https://doi.org/10.1016/J.CARRES.2006.04.020>

- Borrás-Sandoval, L. M., & Torres-Vidales, G. (2016). Producción de alimentos para animales a través de fermentación en estado sólido – FES. *Orinoquia*, 20(2). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092016000200007
- Borrelli, R. C., Esposito, F., Napolitano, A., Ritieni, A., & Fogliano, V. (2004a). Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1338–1343. <https://doi.org/10.1021/JF034974X>
- Borrelli, R. C., Esposito, F., Napolitano, A., Ritieni, A., & Fogliano, V. (2004b). Characterization of a New Potential Functional Ingredient: Coffee Silverskin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1338–1343. <https://doi.org/10.1021/JF034974X>
- Boyack, K. W., & Klavans, R. (2010). Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12). <https://doi.org/10.1002/asi.21419>
- Braham, J. E., & Bressani, R. (1978). Coffee pulp: composition, technology, and utilization. *Institute of Nutrition of Central America and Panama. Inter. Develop. Res.* <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/32774396-3e0a-48c5-8c29-f765b4862427/content>
- Bressani, R., Estrada, E., & Jarquin, R. (1972). Pulpa pergamino de café. Composición química y contenido de aminoácidos de la proteína de la pulpa. *Turrialba*, 22, 299–304.
- Centro Nacional de Investigación de café - CENICAFE. (2003). *Ensilaje de pulpa de café*. <https://doi.org/10.38141/10779/0313>
- Choi, J. Y., Nam, J., Yuk, H., Yun, B. Y., Lee, S., Lee, J. K., & Kim, S. (2023). Proposal of retrofit of historic buildings as cafes in Korea: Recycling biomaterials to improve building energy and acoustic performance. *Energy and Buildings*, 287, 112988. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2023.112988>
- Coura, M. R., Demuner, A. J., Demuner, I. F., Blank, D. E., Magalhães Firmino, M. J., Borges Gomes, F. J., Macedo Ladeira Carvalho, A. M., Costa, M. M., & Henrique Dos Santos, M. (2023). Technical kraft lignin from coffee parchment. *Nordic Pulp and Paper*

Research Journal, 38(2), 229–241. <https://doi.org/10.1515/NPPRJ-2022-0100/MACHINEREADABLECITATION/RIS>

Dadi, D., Mengistie, E., Terefe, G., Getahun, T., Haddis, A., Birke, W., Beyene, A., Luis, P., & Van der Bruggen, B. (2018). Assessment of the effluent quality of wet coffee processing wastewater and its influence on downstream water quality. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 18(2), 201–211. <https://doi.org/10.1016/J.ECOHYD.2017.10.007>

Dao, D. N., Le, P. H., Do, D. X., Dang, T. M. Q., Nguyen, S. K., & Nguyen, V. (2023). Pectin and cellulose extracted from coffee pulps and their potential in formulating biopolymer films. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(14), 13117–13125. <https://doi.org/10.1007/S13399-022-02339-X/METRICS>

Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Widodo, S. (2023). Techno economic analysis of utilization of coffee husk waste as an alternative energy source. *AIP Conference Proceedings*, 2706(1). <https://doi.org/10.1063/5.0120293/2889411>

Do, T. T., Van, H. T., Nguyen, T. D., Nguyen, L. H., & Ta, N. B. (2023). Box–Behnken design to optimize Ni(II) adsorption using coffee husk-derived biochar compositing with MnFe₂O₄. *Chemical Papers*, 77(10), 5773–5786. <https://doi.org/10.1007/S11696-023-02896-Z>



AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria