

Potencial de los extractos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la reducción de emisiones de metano y cargas parasitarias en ganado bovino

Jenni Katerinne Rincón Gómez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Director

Erika Mayerly Celis Celis

Química, MSc.

Codirector

Laura Yiceth Sanabria Medina

Química

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa Zootecnia

Bucaramanga

2023

## Resumen

**Título:** Potencial de los extractos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la reducción de emisiones de metano y carga parasitaria en ganado bovino\*

**Autor:** Jenni Katerinne Rincón Gómez\*\*

**Palabras clave:** extractos de *Tithonia diversifolia*, metano, carga parasitaria

### Descripción:

El uso de extractos de *Tithonia diversifolia* ha demostrado tener compuestos biológicamente activos que actúan como agentes antimicrobianos, antihelmínticos, antiinflamatorios, antimicóticos y antiparasitarios reforzando la salud al ser un indicador preventivo. Asimismo, esta planta también ha demostrado tener efectos beneficiosos sobre la digestibilidad y reducción de gas metano a nivel entérico y emitido a la atmósfera. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial de los extractos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray sobre las emisiones de metano y carga parasitaria en ganado bovino. Se implementaron diseños completamente al azar para determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), producción de metano entérico y carga parasitaria. Los tratamientos empleados fueron, T1: extracto etanólico de *T. diversifolia* con una edad de 30 días, T2: extracto etanólico de *T. diversifolia* con una edad de 60 días y T3: extracto etanólico de *T. diversifolia* con una edad de 90 días. Para la evaluación de la DIVMS y producción de metano entérico se realizó la adición del extracto seco con diferentes edades de corte sobre un forraje base (King Grass) y un tratamiento control que consistió solamente en la base de King Grass. Por su parte, para la evaluación de la actividad antiparasitaria *in vivo*, se suministraron los 3 tratamientos (extractos secos a la edad de corte definida) más un control negativo y un control positivo (antiparasitario comercial). El tratamiento formulado a partir de extracto de *Tithonia diversifolia* con 90 días de corte tuvo efectos significativos en el aumento de la digestibilidad *in vitro*, así como en reducción significativa del gas producido y de las emisiones de metano. En cuanto a la carga parasitaria no hubo diferencias significativas para este estudio debido a la alta variabilidad de los resultados, no obstante, las tendencias observadas sugieren un potencial de investigación en esta área.

---

\*Trabajo de grado

\*\*Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Programa de Zootecnia. Directora: Erika Mayerly Celis Celis Química, MSc. Codirectora: Laura Yiceth Sanabria Medina Química.

### Abstract

**Title:** Potential of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray extracts for the reduction of methane emissions and parasite load in cattle\*

**Author:** Jenni Katerinne Rincón Gómez\*\*

**Key Words:** *Tithonia diversifolia* extracts, methane, parasitic load

### Description:

The use of *Tithonia diversifolia* extracts has been shown to have biologically active compounds that act as antimicrobial, anthelmintic, anti-inflammatory, antifungal and antiparasitic agents, reinforcing health by being a preventive indicator. Likewise, this plant has also demonstrated beneficial effects on digestibility and reduction of methane gas at enteric level and emitted to the atmosphere. The present study aimed to evaluate the potential of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray extract on methane emissions and parasite load in cattle. Completely randomized designs were implemented to determine in vitro dry matter digestibility (DIVMS), enteric methane production and parasite load. The treatments used were T1: ethanolic extract of *T. diversifolia* at 30 days of age, T2: ethanolic extract of *T. diversifolia* at 60 days of age and T3: ethanolic extract of *T. diversifolia* at 90 days of age. For the evaluation of DIVMS and enteric methane production, the dry extract was added at different cutting ages on a forage base (King Grass) and a control treatment consisting only of the King Grass base. For the evaluation of in vivo antiparasitic activity, the 3 treatments (dry extracts at the defined cutting age) plus a negative control and a positive control (commercial antiparasitic) were administered. The treatment formulated from *Tithonia diversifolia* extract with 90 days of cutting had significant effects in increasing in vitro digestibility, as well as in significantly reducing the gas produced and methane emissions. In terms of parasitic load, there were no significant differences for this study due to the high variability of the results, however, the trends observed suggest a potential for research in this area.

---

\*Bachelor Thesis

\*\*Instituto de Proyección Regional y a Distancia IPRED. Animal Production Program, Director: Erika Mayerly Celis Celis Química, MSc. Co-director: Laura Yiceth Sanabria Medina Química.

### **Dedicatoria**

Dedicó este trabajo principalmente a **Dios** por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este punto de mi carrera profesional, a **mi madre** por ser el pilar más importante, por demostrarme siempre su apoyo incondicional, a **mi abuela** que fue mi motivación para llegar hasta este punto de mi vida, que sé que desde el cielo está orgullosa de mí, a **mi tía Aura** a quien quiero como una madre por compartir momentos significativos conmigo, por siempre estar dispuesta a ayudarme y escucharme en cualquier momento y **a mis hermanos** que los amo.

### Agradecimientos

Agradezco *a la UIS* por haberme permitido formarme, gracias *a todas las personas* que fueron partícipes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, puesto que fueron los responsables de realizar su aporte, que el día de hoy se ven reflejados en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias *a mi familia* por ser los promotores durante este arduo proceso.

A la *profesora Erika Celis* y a la *química Laura Sanabria* por dedicarnos su tiempo para que este sueño se hiciera realidad, *a los profesores* que durante la carrera me brindaron sus conocimientos los llevare en el corazón y estaré enormemente agradecida todos con ustedes.

Mi gratitud a los *Laboratorios de Reconversión Ganadera, Agroforestal y de Bioprospección*, quienes me apoyaron académica y financieramente en la mayor parte del proyecto y a *todo el personal* que allí trabaja. *A la finca del Profesor Daniel Cáceres* donde se realizó el cultivo de *Tithonia diversifolia*, *a la Reserva de la Sociedad Civil La llanada* donde realice los análisis in vivo y **al SENA** por permitirme hacer los análisis coprológicos.

*“Gracias infinitas a todos”*

## Tabla de Contenido

Introducción.....	9
1. Objetivos.....	11
1.1 Objetivo General.....	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. Marco Teórico.....	12
2.1 Gases de efecto invernadero.....	12
2.1.1 Proceso de producción de los gases efecto invernadero.....	12
2.2 Perspectivas actuales y futuras de la ganadería respecto al cambio climático.....	12
2.3 Problemas de emisiones de metano.....	13
2.4 Botón de oro.....	13
2.4.1 Definición del botón de oro y uso de extractos.....	14
2.5 Enfermedades parasitarias.....	15
2.5.1 Prevalencia de las infecciones parasitarias.....	16
2.5.2 Coccidiosis.....	16
2.5.3 Nemátodos.....	17
2.5.4 Cestodos.....	18
2.7 Análisis Coprológico.....	19
3. Metodología.....	19
3.1 Ubicación del proyecto.....	19
3.2 Establecimiento de <i>T. diversifolia</i> .....	20
3.2.1 <i>Diseño experimental</i> .....	20
3.3 Obtención de los extractos de <i>T. diversifolia</i> .....	20

3.4 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca y producción de metano entérico .....	21
3.5 Determinación de la actividad antiparasitaria del extracto de <i>T. diversifolia</i> en condiciones <i>in vivo</i> .....	23
3.6 Toma de muestras y análisis coprológicos .....	24
3.7 Análisis estadístico .....	25
4. Resultados y discusión .....	25
Tabla 1	26
Medición de los parámetros digestibilidad <i>in vitro</i> en base seca (%), porcentaje de metano en el gas producido (%) y emisiones de metano entérico (mL de metano/g MS). .....	26
Tabla 2	29
Determinación de carga parasitaria de nemátodos medidos en H.P.G y coccidios estimados en O.P.G	29
5. Conclusiones .....	30
6. Recomendaciones.....	31

**Lista de Tablas**

Tabla 1      26

Medición de los parámetros digestibilidad in vitro en base seca (%), porcentaje de metano en el gas producido (%) y emisiones de metano entérico (mL de metano/g MS). .....26

Tabla 2      **Error! Bookmark not defined.**

Determinación de carga parasitaria de nemátodos medidos en H.P.G y coccidios estimados en

O.P.G      29

## Introducción

Actualmente, el sector ganadero es el responsable del 70% de las emisiones totales de gases efecto invernadero (GEI) a nivel mundial (Panchasara *et al.*, 2021). Entre estos gases el metano (CH<sub>4</sub>) es el mayor contribuyente del calentamiento global, seguido por el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (De Hass *et al.*, 2017). El CH<sub>4</sub> en los rumiantes se encuentra influenciado por composición de la dieta, consumo de alimento, digestibilidad y la frecuencia de alimentación, lo cual ayuda a reducir las emisiones de metano por fermentación ruminal, ya que inhibe directamente a los microorganismos metanogénicos y protozoarios, desviando los iones hidrógeno para lograr la reducción del gas producido y emitido a la atmósfera (Bonilla y Lemus, 2012).

Debido a lo anterior, el área de la producción animal debe buscar estrategias de alimentación que minimicen la generación de GEI, principalmente metano. Entre estas alternativas se propone el uso de plantas forrajeras, aditivos o suplementos como extractos de plantas con potencial para reducir el producción y emisión de estos gases (Hristov *et al.*, 2013).

*Tithonia diversifolia*, conocida comúnmente como botón de oro, es una planta originaria de Centroamérica que ha sido objeto de amplias y variadas investigaciones dadas sus características naturales, bromatológicas y producción de compuestos activos (González *et al.*, 2019), con capacidad para ser empleada dentro de planes de alimentación y producción sostenible.

Autores como Delgado *et al.*, (2012) y Galindo *et al.*, (2011) reportan que al incorporar plantas forrajeras como *T. diversifolia* en dietas balanceadas, con inclusiones superiores al 50% se disminuye la concentración de gas metano, por reducción de la bacteria *Archaea* metanogénica y los microorganismos protozoarios. De igual manera, *T. diversifolia* ha demostrado tener un efecto positivo en la mitigación de gases efecto invernadero (GEI), debido a que disminuye la

disponibilidad de carbohidratos estructurales, aumentando la digestibilidad de la materia seca y reduciendo el metano generado a la atmósfera (Gaviria *et al.*, 2020).

Por otro lado, el uso de extractos de plantas como el botón de oro en alimentación animal reduce los metanógenos. Esto genera un efecto positivo sobre la ecología microbiana ruminal y, además, ayuda a reducir la carga parasitaria en ganado joven. Estas propiedades se deben a que *T. diversifolia* posee componentes biológicamente activos (fenoles, flavonoides, alcaloides, terpenos, taninos, ácido tras cinámico, clorogénico y quinonas) que en conjunto actúan como agentes antimicrobianos, antihelmínticos, antiinflamatorios, antimicóticos, antiparasitarios, entre otros, reforzando la salud al ser un indicador preventivo (Kabera *et al.*, 2014., Mabou *et al.*, 2018., Singh *et al.*, 2021).

El aprovechamiento y empleo de extractos obtenidos de plantas, entre ellas el botón de oro, como aditivo o suplemente en alimentación animal, contribuye al desarrollo sostenible en términos ambientales y económicos. Además, considerando las propiedades biológicas que poseen, constituyen un sustituto importante de los pesticidas sintéticos como antiparasitarios, ayudando a la disminución de cargas parasitarias y manteniendo el bienestar animal (Green *et al.*, 2017., Ojo *et al.*, 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio fue determinar el potencial de los extractos etanólicos de la *T. diversifolia* a diferentes edades de corte sobre la reducción de emisiones de gas metano y cargas parasitarias en el ganado bovino, gracias a sus propiedades activas, terapéuticas, al valor nutricional y a su amplia gama de versatilidad ecológica.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo General

Determinar el efecto de los extractos etanólicos de *Tithonia diversifolia* con distintas edades de corte sobre la reducción de emisiones de metano y cargas parasitarias en ganado bovino.

### 1.2 Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de los extractos etanólico de *Tithonia diversifolia* con distintas edades de corte sobre las emisiones de metano entérico bajo condiciones *in vitro*.

Evaluar el efecto de formulaciones realizadas a partir del extracto etanólicos de *Tithonia diversifolia* más activo sobre la carga parasitaria en bovinos.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1 Gases de efecto invernadero**

El sector agropecuario ha venido provocando un impacto ambiental en cuanto a los gases de efecto invernadero (GEI), en los que se encuentran principalmente el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el metano ( $\text{CH}_4$ ), este último tiene gran importancia, dado que posee un potencial de calentamiento 21 veces más que el  $\text{CO}_2$ , gracias a la acción de los microorganismos metanogénicos, quienes lo reducen y conllevan a la síntesis de metano. (Bodas *et al.*, 2012., Montenegro *et al.*, 2018., Planelles, 2019., Yang *et al.*, 2017).

#### ***2..1.1 Proceso de producción de los gases efecto invernadero***

El sector agropecuario está sujeto activamente a los GEI; cuya principal fuente de emisión es la de  $\text{CO}_2$ , que se da por la descomposición aeróbica de sustancias carbonadas, que han sido emitidas principalmente por los diferentes cambios en el uso de la tierra (Ulargui, 2020). En cuanto al  $\text{N}_2\text{O}$ , por los procesos de nitrificación y desnitrificación a partir de fuentes de nitrógeno inorgánico ya presente en el suelo. En referencia al  $\text{CH}_4$ , la mayor cantidad es producida por la actividad ganadera, debido a la fermentación entérica, mostrando un gran significado en relación con este gas. (Costantini *et al.*, 2018).

### **2.2 Perspectivas actuales y futuras de la ganadería respecto al cambio climático**

La frontera agropecuaria exige producciones amigables con el medio ambiente como las sintetizadas de los extractos naturales, donde las exudaciones de las plantas y las raíces en putrefacción contienen metabolitos secundarios como las saponinas, taninos, aceites esenciales y flavonoides, los cuales por sus propiedades afectan significativamente la composición microbiana del suelo y ayudan a inhibir la producción de metano generando un impacto positivo por la

mitigación de gases efecto invernadero a la atmósfera (Ding *et al.*, 2022), otros autores como Casasús y López (2020) afirman que la producción animal y específicamente la ganadería, juegan un papel importante en el cambio climático demostrando el interés mediático hacia el desarrollo sostenible, la reducción en la huella de carbono y la reconversión en los modelos de explotaciones actuales. Según estadísticas de la FAO (2017), la ganadería enfrenta el reto de aumentar la producción ante las expectativas de crecimiento de población mundial, para llegar a más de 10.000 millones de personas para el 2050.

### **2.3 Problemas de emisiones de metano**

De acuerdo con lo establecido por Carro *et al.*, (2018) el metano puede generarse mediante dos fuentes: el 67.2% procede de la fermentación digestiva de los alimentos y el 32,8 % restante de la fermentación de las heces, siendo la especie porcina el mayor contribuyente de metano a través de la excreción de materia fecal. En cuanto a los rumiantes, la fermentación entérica ayuda a reducir las emisiones del metano, sin perjudicar la cantidad y calidad de todos sus productos, en donde la digestibilidad anaeróbica es similar a la producción de gas *in vitro* (Sánchez *et al.*, 2018).

Finalmente se puede deducir que las emisiones de metano son originarias principalmente de la fermentación entérica en bovinos y el 9,1% de las demostraciones provienen de forma antropológica (Benaouda *et al.*, 2017).

### **2.4 Botón de oro**

La *Tithonia diversifolia* más conocida comúnmente como botón de oro, es una planta que pertenece a la familia *Asteraceae*, esta especie es originaria de América Central, posee una variedad de características como: una gran adaptabilidad a los climas tropicales, es un recurso forrajero de gran calidad nutricional con una alta productividad por la síntesis de biomasa,

extrayendo del suelo una cantidad significativa de nutrientes y la recuperación rápida al corte (Ramírez,2018., Méndez *et al.*, 2022).

Para la cosecha del botón de oro se debe realizar una proporción entre los valores nutritivos y su rendimiento de la planta, lo cual evidencia según estudios el rendimiento donde el botón de oro y la calidad bromatológica que esta arroja (Londoño *et al.*, 2019., Guatusmal *et al.*, 2020). Como fertilizantes para esta planta encontramos las micorrizas que tienen como finalidad aumentar el volumen del suelo, explorar las raíces y la facilidad de absorción de los nutrientes encontrados en la misma. (Chandrasekaran, 2020; Simó *et al.*, 2020).

#### **2.4.1 Definición del botón de oro y uso de extractos**

Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Es una planta forrajera y medicinal, reconocida por su implementación en la alimentación animal, de la cual se obtienen numerosos beneficios por su valor nutricional y diversidad en su estructura química en la que se encuentran compuestos fenólicos y alcaloides con alta presencia de aceites esenciales, actividad antioxidante y antibacteriana (Mabou *et al.*, 2018., González *et al.*,2019).

Autores como Kerebba *et al.*, (2019) resaltan el excelente potencial del extracto de botón de oro en la eliminación de plagas de insectos, llegando a reforzar su acción al ser utilizada en conjunto con extractos de otras plantas como el falso guandul (*Tephrosia vogelii*). Este potencial insecticida requiere de las propiedades de toxicidad que se pueden usar en favor de dicha labor (Gitahi *et al.*, 2021) se ha demostrado que la acción en contacto directo afecta al 90% de los himenópteros tras 96 horas de exposición, su modo de eficacia depende de las dosis empleadas.

A menudo se logra evidenciar el interés por la creación de productos naturales, pues Kabera *et al.*, (2014) mencionan que “el uso de estas plantas en la elaboración de medicamentos de origen vegetal contra parásitos debería ser una alternativa positiva al uso de antihelmínticos sintéticos

como el tricalbendazol, levamisol y la fenotiazina que han suscitado objeciones”, aunque existen pocos estudios de su actividad antiparasitaria.

## **2.5 Enfermedades parasitarias**

Las infecciones parasitarias son una de las principales causas de enfermedad y pérdida de productividad en las explotaciones ganaderas del mundo y su control es absolutamente necesario. En los países desarrollados, debido a la disponibilidad de antiparasitarios de alta eficacia y a la mejora de las condiciones biosanitarias y de manejo, las parasitosis clínicas (causantes de enfermedad) son cada vez menos frecuentes, y el uso de antiparasitarios, muy generalizado, se dirige fundamentalmente a evitar las pérdidas económicas asociadas a infecciones subclínicas, que no causan enfermedad aparente. En estos casos es difícil determinar si los tratamientos antiparasitarios están justificados, es decir, si el beneficio económico reporta compensa de los gastos adquiridos, los problemas de contaminación y la resistencia de Castro et al., (2017).

Actualmente los sistemas de explotación ganadera buscan producciones enfocadas en brindar servicios ecosistémicos, el uso de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) surge como una alternativa ecológica en el tratamiento de enfermedades parasitarias, como lo menciona De la cruz et al., (2021), quienes evidenciaron en pruebas *in vitro* el potencial antihelmíntico de los extractos acuosos de hojas y flores de la especie. Otros autores como Alayón *et al.*, (2018) demostraron la reducción de gas metano a nivel entérico mejorando la digestibilidad de nutrientes en condiciones *in vitro*, así mismo Da Silva *et al.*, (2020) demostraron el efecto positivo sobre la microflora ruminal, transformación de amoníaco en proteína microbiana y eficiencia en la producción de gases efecto invernadero.

### **2.5.1 Prevalencia de las infecciones parasitarias**

Existen situaciones casuales en las que prevalece la infestación de las enfermedades parasitaria, según lo destacado por Biu *et al.*, (2017) la incidencia de las infecciones parasitarias está relacionada con condiciones agroclimáticas (cantidad y calidad de los pastos, la temperatura, la humedad, comportamiento de pastoreo del hospedador y susceptibilidad a la infestación) que a su vez está influida por factores tales como: la especie, raza, edad, estado de salud y condiciones fisiológicas. Adicional a esto, se menciona que las infecciones parasitarias deben optimizarse hacia planes de control y prevención, pues acabar con estas es muy poco probable debido a los ciclos de vida de los diferentes parásitos infectantes.

“Pueden suceder situaciones de estrés por el destete o aumento en la contaminación por heces en el alimento que afectan la dinámica clínica, acarreado a complicaciones” (Romero y Sánchez, 2017).

### **2.5.2 Coccidiosis**

La coccidiosis bovina es producida por una amplia variedad de especies del género *Eimeria spp.*, esta enfermedad se puede encontrar en etapa subclínica, produciendo pérdidas productivas, es decir, la transmisión de esta enfermedad es principalmente por el consumo de agua y forrajes que se encuentran contaminados por excretas (ooquistes) de agentes causales que presentan coccidiosis (Usal, 2023).

Este género es un problema mundial para la industria ganadera, ya que repercute en pérdidas económicas, haciendo parte de los parásitos gastrointestinales que afectan los riñones y las células sanguíneas, contando con un marcado número de hospedadores (Dwight, 2011). Su ciclo biológico incluye la multiplicación asexual (intestino delgado del huésped) y sexual (exterior del animal en el medio ambiente) generando la producción de ooquistes que son eliminados a

través de las heces (Ojeda, 2018), el tiempo de reproducción dura entre 5 a 22 días para la *Eimeria bovis*, localizándose en las células endoteliales de las vellosidades del iliún y la *Eimeria spp.* se encuentra en los tractos de intestino grueso (ciego y colón), estos se maduran aproximadamente en dos días, afectando al 95% de animales, los cuales presentan un tipo de coccidiosis subclínica y el 5% restante de forma clínica (Pisa Agropecuaria, 2013).

Se concluye que la coccidiosis, es una enfermedad digestiva causada por parásitos unicelulares llamados coccidios, la cual causa pérdidas de la productividad, viéndose reflejada en partes con mayor densidad de individuos, lo que significa que un parásito de coccidia bovina no podrá afectar a ninguna otra especie animal (Pié, 2020). Los animales más susceptibles a este parásito son los terneros de 6 a 12 meses de edad, seguido por los ovinos y caprinos de 1 a 6 meses de edad, sus signos clínicos aparecen aproximadamente entre las 4 y 8 semanas, significando que a esta edad aún no han desarrollado inmunidad (Keeton y Navarre, 2018).

El conteo se realiza en (O.P.G) ooquistes por gramo, siendo provocada por coccidios del género *Eimeria*, spp (González *et al.*, 2017).

### **2.5.3 Nemátodos**

Son parásitos gastrointestinales que limitan el funcionamiento de los procesos digestivos en los rumiantes (Tedeschi *et al.*, 2021), estos hospedadores se alimentan de plantas y exudados de las raíces interfiriendo los patrones comportamentales, desarrollo y reproducción de parásitos (Sikder y Vestergård, 2020). A nivel mundial los nematodos del género *Strongylida* son los agentes principales de causar enfermedades en el ganado, generando pérdidas en la productividad y a nivel socioeconómico, es así que se han implementado estrategias en los planes sanitarios como el uso de antihelmínticos para el tratamiento de enfermedades (García *et al.*, 2019), sin embargo estos fármacos sintéticos generan inmunidad por la resistencia de cepas, además de provocar deterioro

del suelo y el agua (Castañeda *et al.*, 2020). Dentro del manejo preventivo actual se ha incursionado en el uso de nutracéuticos a partir de extractos naturales *in vitro*, ya que se ha demostrado que los vegetales contienen metabolitos secundarios, los cuales contrarrestan y controlan a los nematodos gastrointestinales (Charlier *et al.*, 2017), también existen técnicas convencionales enfocadas a la rotación de potreros, empleo de forrajes con características bioactivas y uso de nanopartículas (Zvinorova *et al.*, 2016). Los fitoquímicos ecológicos son un tipo de producción sostenible de amplio espectro, actuando en la modulación de transacciones microbianas en el tracto gastrointestinal y la respuesta fisiológica de los rumiantes, dentro de sus componentes existen polifenoles que ayudan a reducir la producción de gas metano y refuerzan el estatus sanitario al ser sustitutos de los antihelmínticos sintéticos (Burke y Miller, 2020).

El conteo se realiza por medio de huevos por gramo (H.P.G) de materia fecal, para determinarlo se hace a través de la técnica de conteo empleando la cámara Mc máster.

#### **2.5.4 Cestodos**

El pastoreo continuo en un área determinada, así como las condiciones climáticas aumentan la prevalencia de parásitos (Vasileiou *et al.*, 2015). Los cestodos a diferencia de los nematodos son gusanos planos o helmintos zoonóticos responsables de enfermedades como: la equinococosis quística y alveolar (Álvarez *et al.*, 2018). El ciclo de vida de estos parásitos es indirecto y necesita para su desarrollo el albergarse en dos huéspedes mamíferos, habitan en el intestino delgado, poniendo huevos que son excretados en las heces del hospedador infectado, los individuos intermedios se enferman porque consumen el forraje contaminado de ooquistes, afectando los órganos internos y el funcionamiento del animal (Cardona y Carmena, 2013), El representante del género de los gusanos hidatídicos es el *Echinococcus spp.* y sus larvas afectan órganos como el hígado, los pulmones, el bazo y los riñones, además se ha demostrado que los animales infectados

poseen altas tasas de morbilidad y mortalidad, y se ha mostrado negativamente para debilitar la respuesta inmunológica y operar el tracto gastrointestinal (Van et al., 2019).

### **2.7 Análisis Coprológico**

Es un estudio de las heces que se usa para dar hallazgo e identificación de parásitos gastrointestinales, ya que resulta fundamental para el diagnóstico de enfermedades parasitarias, estos tipos de análisis además permiten realizar un estimado de la carga parasitaria de los animales, a través el recuento de huevos por gramo en materiales fecales, sin embargo, existen laboratorios encargados de hacer estos estudios mucho más a fondo y brindar más seguridad de las muestras obtenidas (Cordero, 2016).

## **3. Metodología**

### **3.1 Ubicación del proyecto**

El establecimiento del cultivo de *T. diversifolia* se desarrolló en la finca el Naranjito, ubicada a una altitud 2.250 m. s. n. m con una temperatura de 20°C y una humedad relativa de 39%, sus coordenadas geográficas 6°67'61" latitud norte y 72° 73'97" longitud oeste, vereda Tequia en el municipio de San José de Miranda.

La obtención de los extractos etanólicos crudos de *T. diversifolia*, los análisis de digestibilidad, emisiones de metano y la preparación de las formulaciones para los ensayos antiparasitarios in vivo se llevaron a cabo en los laboratorios de Reconversión Ganadera y Agroforestal y de Bioprospección de la Universidad Industrial de Santander, ubicada a una altitud de 2.235 m. s. n. m., con coordenadas geográficas 6°42'23" latitud norte y 72°43'40" longitud oeste (Google Earth, 2022).

Los ensayos antiparasitarios in vivo se realizaron en la Reserva Natural de la Sociedad Civil “La Llanada” ubicada en la Vereda Junín, con una altitud 3.260 m. s. n. m. con una temperatura de 18 °C y una humedad relativa del 18%, en el municipio de Concepción.

Los análisis coprológicos fueron realizados en el laboratorio de Biotecnología Reproductiva y Sanidad Animal de Sistema de gestión LBRSA, del Centro Agroempresarial y turístico de los Andes.

### **3.2 Establecimiento de *T. diversifolia***

Se empleó un cultivo de *T. diversifolia* previamente establecido, en el cual se seleccionaron al azar tres parcelas experimentales de 50 m<sup>2</sup> cada una, con 50 plantas por parcela. Posteriormente, se realizó un corte de uniformidad y se recolectó el material vegetal en cada edad de corte definida, cosechando el material vegetal a una altura de 40 cm del suelo.

#### **3.2.1 Diseño experimental**

Se empleó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos o edades de corte y cuatro réplicas por tratamiento, para un total de 12 unidades experimentales. Los tratamientos fueron los siguientes: Tratamiento 1 (T1): plantas cosechadas a los 30 días; Tratamiento 2 (T2): plantas cosechadas a los 60 días; Tratamiento 3 (T3): plantas cosechadas a los 90 días.

### **3.3 Obtención de los extractos de *T. diversifolia***

El material vegetal colectado por cada réplica de los tratamientos se pesó, se deshidrató bajo invernadero hasta peso constante y se trituró. Posteriormente, se siguió la metodología de extracción por percolación propuesta por Gonzales (2004). Para este proceso, se pesó el material vegetal y se introdujo en un percolador, seguido de la adición de etanol al 96 %. La relación empleada fue de 1 L de etanol por cada 150 g de material vegetal. La extracción duró 24 horas.

Luego, el extracto se sometió a rotoevaporación para eliminar la mayor proporción de solvente y se llevó a un horno a temperatura de 30 °C para evaporar el etanol remanente, hasta peso constante. El extracto seco se almacenó en condiciones de oscuridad y baja temperatura para evitar cambios en su composición.

En total se obtuvieron 12 extractos, 4 por cada tratamiento.

### **3.4 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y producción de metano entérico**

La digestibilidad *in vitro* se determinó con base en la metodología descrita por Apréaz (2020). Se incorporaron de forma individual en bolsas sintéticas porosas 250 mg de un forraje base King Grass de 35 días de corte (*Pennisetum purpureum*), al cual se le adicionó el extracto seco de *T. diversifolia* de diferentes edades de corte. Luego, cada bolsa se depositó dentro de una jeringa de 50 mL provista de una llave de tres pasos, previamente esterilizada. A esta jeringa se añadió una mezcla de líquido ruminal y solución buffer o saliva artificial de McDougall (McDougall, 1948) en una proporción de (1:4). La solución buffer o saliva artificial estuvo compuesta por una solución A ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  anhidro,  $\text{NaHCO}_3$ ) y una solución B ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}$ ). La preparación del medio de cultivo y su mezcla con el líquido ruminal se realizó en condiciones anaerobias (gaseado continuo con  $\text{CO}_2$ ) con una temperatura constante de 39 °C durante todo el proceso. Después de añadir la solución, se inyectaron 10 mL de  $\text{CO}_2$  por muestra, para garantizar las condiciones anaerobias del medio. Se sellaron las jeringas y posteriormente se sometieron a un periodo de incubación de 48 h a una temperatura constante de 39°C. Durante este tiempo se agitaron a las 6, 10, 24 y 32 horas de incubación; asimismo, se registró el volumen de producción de gas *in vitro* en cada punto de agitación con el propósito de estimar el volumen total de gas producido a lo largo del tiempo de incubación.

Transcurridas las 48 horas de incubación, se tomaron muestras individuales de los gases para ser analizados mediante cromatografía de gases (GC). Esto permitió estimar el porcentaje de metano producto de la digestión.

Para finalizar el proceso de digestibilidad se retiró el medio de cultivo de las jeringas, se adicionaron 25 mL de pepsina ácida (pepsina + HCl) enriquecida con pancreatina a cada jeringa y se incubaron durante 48 h a una temperatura constante de 39 °C. Luego las bolsas porosas fueron retiradas de las jeringas, se lavaron con agua destilada caliente y acetona y finalmente los sobres se secaron a 60 °C por 48 horas.

Se determinaron las siguientes variables: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), porcentaje de metano en el gas producido y emisiones de metano por gramo de materia seca.

La digestibilidad *in vitro* se calculó empleando la siguiente fórmula,

$$\%DIVMS = 100 - [(PF * 100) / PI]$$

Donde:

PI(mg)=250

PF (mg) = Peso del residuo – Peso del blanco

El porcentaje de metano y las emisiones se determinaron con base en el porcentaje de este gas reportado por el cromatógrafo de gases.

#### ***3.4.1. Diseño experimental***

Se empleó un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y un control. Para cada tratamiento y el control se realizaron cuatro réplicas, para un total de 16 unidades experimentales. Los tratamientos fueron: **T1:** forraje base + extracto seco obtenido de *T. diversifolia* cortada a 30 días; **T2:** forraje base + extracto seco obtenido de *T. diversifolia* cortada a 60 días; **T3:** forraje base

+ extracto seco obtenido de *T. diversifolia* cortada a 90 días; **CTR:** control, forraje base (King grass) sin adición de extracto.

### **3.5 Determinación de la actividad antiparasitaria del extracto de *T. diversifolia* en condiciones *in vivo***

Para determinar el efecto antiparasitario del extracto de *T. diversifolia* sobre bovinos, se empleó una dosis de 50 miligramos (mg) de extracto por cada kilogramo (kg) de peso vivo.

Las formulaciones del extracto fueron suministradas vía oral, en un volumen de 50 mL. Para la preparación de las soluciones se pesó la cantidad necesaria del extracto, considerando el peso vivo de los animales del estudio y se mezcló con 50 mL de una solución acuosa de Tween 80 al 1%. Estas suspensiones se agitaron durante mínimo 12 horas antes de ser suministradas a los bovinos. La dosificación empleada, así como la preparación de las formulaciones, se definieron con base en la información reportada por (Sandoval *et al.*, 2012., Irum *et al.*, 2017., Khan *et al.*, 2018) quienes llevaron a cabo ensayos *in vivo* para probar la efectividad de extractos de plantas como antiparasitarios naturales en distintos rumiantes.

Además de los tratamientos se implementaron dos controles, un control negativo (CN) y un control positivo (CP).

Para el análisis *in vivo*, se tomaron novillas cruzadas de entre 320 y 350 kg de peso vivo, que se encontraban en un sistema de pastoreo tradicional con bebederos comunes y sometidas a las mismas condiciones ambientales. Estas novillas no estaban en programa de desparasitación desde 4 meses antes de realizado en ensayo.

El ensayo se llevó a cabo en temporada de verano, sin lluvias durante el tiempo transcurrido ente la toma de muestra inicial, aplicación del tratamiento y toma de la muestra final. La temperatura ambiente fue de 18 °C y una humedad relativa promedio de 68%.

Durante el tiempo del ensayo, no se aplicó ningún tipo de desparasitante u otro producto adicional a los animales.

### ***3.5.1 Diseño experimental***

Se empleó un diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos y dos controles. Por cada tratamiento y/o control se realizaron tres réplicas, con lo que se sumaron 15 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo representada por un bovino.

Los tratamientos empleados fueron los siguientes: **T1:** formulación a partir del extracto de *T. diversifolia* con 30 días de corte, **T2:** formulación a partir del extracto de *T. diversifolia* con 60 días de corte, **T3:** formulación a partir del extracto de *T. diversifolia* con 90 días de corte; **CN:** control negativo, suministro de 50 mL de agua; **CP:** control positivo, suministro de un antiparasitario de alta efectividad, a base de albendazol. A diferencia de los demás tratamientos, el albendazol de los controles positivos se suministró siguiendo la dosificación indicada en el producto.

Antes de preparar las formulaciones y realizar el ensayo, los animales fueron pesados; la asignación de los tratamientos se llevó a cabo de forma aleatoria.

### **3.6 Toma de muestras y análisis coprológicos**

Se tomó una muestra fecal por cada bovino, directamente del recto, siguiendo el procedimiento de (Gutiérrez *et al.*, 2020). Estas muestras se tomaron antes de la aplicación del tratamiento y una semana después de la aplicación del tratamiento. Una vez tomadas las muestras se envasaron y se almacenaron a baja temperatura, mientras se transportaron al laboratorio para su análisis. El análisis se realizó en menos de 24 horas, luego de la toma mediante la técnica de McMaster. Este procedimiento es aplicable para cuantificar la carga parasitaria gastrointestinal (nematodos, cestodos y protozoarios) para las especies caprina, ovina y bovina a través de ítems

de ensayo de materia fecal allegados al Laboratorio de Biotecnología Reproductiva y Sanidad Animal.

La técnica de McMaster modificado requiere de un portaobjetos de doble cámara con una capacidad de 0,15 mL por cámara, es decir, una capacidad total de 0,30 mL de suspensión; a través del portaobjetos McMaster se puede hacer reconocimiento y cuantificación de los huevos de helmintos (gusanos redondos y planos) y ooquistes de protozoarios observados en la materia fecal de caprinos, ovinos y bovinos. El resultado se emite de forma cuantitativa (H.P.G. y/o O.P.G.) facilitando la toma de decisiones en las unidades productivas con base en evidencia – diagnóstico de laboratorio.

Los análisis de laboratorio no arrojaron presencia de coccidios, por lo tanto, no se reportan resultados relacionados con este tipo de parásitos.

### **3.7 Análisis estadístico**

Las variables experimentales evaluadas por cada objetivo fueron sometidas a un análisis de varianza de una vía, ANOVA. antes de realizar el análisis de varianza, se verifico el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Cuando se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), se empleó la prueba Tukey para la comparación de medidas. Estos análisis se llevaron a cabo en el software estadístico R.

## **4. Resultados y discusión**

### ***Evaluación del efecto de los extractos etanólicos de *T. diversifolia* con distintas edades de corte sobre las emisiones de metano entérico bajo condiciones in vitro***

Para la digestibilidad *in vitro* en base seca, se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), entre el tratamiento 3 (T3) con respecto al control y los demás tratamientos. T3 (formulado

con extracto de *T. diversifolia* con corte a 90 días) presentó el valor de digestibilidad más alto (58,91 %), seguido de los tratamientos control, T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> quienes se comportaron de manera estadísticamente igual con valores respectivos de (55,25 %, 54,66 % y 56,35%, respectivamente) (Tabla 1). Lo anterior sugiere que, emplear extracto de *T. diversifolia* cortado a los 90 días, como aditivo o suplemento en la dieta puede incrementar la digestibilidad.

**Tabla 1**

**Medición de los parámetros digestibilidad in vitro en base seca (%), porcentaje de metano en el gas producido (%) y emisiones de metano entérico (mL de metano/g MS).**

Tratamientos	Digestibilidad in vitro en base seca (%)	Porcentaje de metano en el gas producido(%)	Emisiones de metano entérico (mL de metano/g MS)
T <sub>1</sub>	54,66±0,795 <sup>b</sup>	11,39±0,422 <sup>b</sup>	44,10±1,068 <sup>c</sup>
T <sub>2</sub>	56,35±1,274 <sup>b</sup>	9,98±0,332 <sup>a</sup>	37,92±1,523 <sup>b</sup>
T <sub>3</sub>	58,91±0,828 <sup>a</sup>	9,60±0,178 <sup>a</sup>	30,99±1,688 <sup>a</sup>
CTR	55,25±0,939 <sup>b</sup>	11,75±0,515 <sup>b</sup>	46,23±0,885 <sup>c</sup>

CTR: control

*Nota:* En la tabla 1 se muestra el promedio ± desviación estándar para los parámetros de digestibilidad, porcentaje de metano producido y emisiones de metano entérico. Letras diferentes en columnas indican medias estadísticamente diferentes, test de Tukey.

Con respecto al porcentaje de gas metano presente en la mezcla de gases obtenido durante los ensayos de digestibilidad, los tratamientos formulados con cortes a los 60 y 90 días (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>) presentaron los valores más bajos (9,98 % 9,60 %, respectivamente), sin diferencias estadísticas entre sí. Por su parte, los tratamientos T<sub>1</sub> y el control obtuvieron una mayor producción de metano, siendo estadísticamente similares.

Finalmente, la variable de emisiones de metano entérico medido en (mL CH<sub>4</sub>/g MS) presentó diferencias estadísticamente ( $p < 0.05$ ) para todos los tratamientos. El tratamiento con

formulación de extracto de *T. diversifolia* con corte a los 90 días (T3) generó las emisiones de metano entérico más bajas (30,99 %), seguido por el tratamiento T2 (37,92 %) y los tratamientos T1 y control. Estos dos últimos se comportaron de manera estadísticamente similar, con valores de 44,10 % y 46,23%, respectivamente. Estos resultados permiten afirmar, que los extractos de *T. diversifolia* obtenidos al incrementar la edad de corte, afectan la producción de gas metano, generando una reducción significativa de este gas de efecto invernadero. Adicionalmente, sugieren que se puede emplear extracto de *T. diversifolia* con edades de 60 y 90 días en programas de alimentación alternativa que generen reducciones en las emisiones de metano, con un mayor efecto si se emplea el extracto obtenido a los 90 días de corte.

Los resultados anteriores corroboran lo expuesto por Torres *et al.*, (2018) quienes afirman que la *T. diversifolia* en su calidad nutricional presenta un mayor contenido de proteína bruta y menor contenido de carbohidratos estructurales favoreciendo la digestibilidad *in vitro*. Asimismo, autores como Martínez *et al.*, (2019) sugieren que el uso de leguminosas ha demostrado tener un efecto positivo sobre la reducción de CH<sub>4</sub> y aumento de la digestibilidad en comparación con las gramíneas tropicales, dado que su follaje es un alimento de gran valor nutricional.

Por otro lado, los compuestos biológicamente activos como lactonas sesquiterpénicas, di terpenos, flavonoides y saponinas, presentes en las concentraciones adecuadas, podrían ser los responsables de la modificación de poblaciones microbianas a nivel del rúmen reduciendo la producción de gas metano y aumentando la digestibilidad y mayor aprovechamiento de nutrientes (Rivera *et al.*, 2018). Palma *et al.*, (2022), afirman que las leguminosas como el botón de oro poseen metabolitos secundarios que ayudan a reducir la producción de gas metano y, por su parte Pérez (2019), refuerza lo anterior al afirmar que los metabolitos secundarios crean tendencia

negativa de las poblaciones de protozoarios y arqueas metanogénicas generando la reducción de metano a nivel del rumen.

Igualmente, la mayor cantidad de lignina presente en el forraje con mayor edad de corte pudo extraerse durante la obtención del extracto de la planta, incrementando la presencia de carbohidratos estructurales en este extracto y por tanto, aportando al aumento de su digestibilidad (Quintero *et al.*, 2021). Por su parte, autores como Gaviria *et al.*, (2020) citan que una mayor degradabilidad de la materia seca y la materia orgánica dan como resultado la disminución de metano entérico a nivel ruminal reporte que concuerda a lo presente en esta investigación.

***Evaluación de la actividad antiparasitaria in vivo de los extractos etanólicos de T. diversifolia obtenidos a distintas edades de corte***

No se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados, ya que se observó una alta variabilidad de los resultados obtenidos (Tabla 2).

No obstante, considerando las escalas de infestación para nemátodos y coccidios (Boldbaatar *et al.*, 2021), en el tratamiento donde se empleó extracto de *Tithonia diversifolia* con corte a 90 días, se observó infestación moderada, mientras que los demás tratamientos experimentales presentaron una infestación leve.

**Tabla 2**

**Determinación de carga parasitaria de nemátodos medidos en H.P.G y coccidios estimados en O.P.G**

Tratamientos	Nemátodos A (H.P.G)	Nemátodos D (H.P.G)	Cambio (H.P.G)	Coccidios A (O.P.G)	Coccidios D (O.P.G)	Cambio (O.P.G)
T <sub>1</sub>	33±57	0±0	(-)33±57	953 ± 479	1183 ± 333	230 ± 352
T <sub>2</sub>	0±0	0±0	0±0	633 ± 275	633 ± 305	0±0
T <sub>3</sub>	267±76	133±57	(-)134±104	1567 ± 983	1200 ± 173	(-) 367 ± 900
CN	67±115	0±0	0±115	600 ± 100	1233 ± 379	633 ± 379
CP	33±57	67±115	34±57	783 ± 513	1100 ± 400	317 ± 153

H.P.G: Huevos por gramo O.P.G: Ooquistes por gramo C.N: Control negativo

C.P: Control positivo

Nota: Los valores del conteo de nemátodos en huevos por gramo (H.P.G) y coccidios medidos en ooquistes por gramo (O.P.G) se presentan como promedio ± desviación estándar.

A: resultados de las muestras de heces tomadas antes de la aplicación de los tratamientos y D: resultados de las muestras de heces tomadas después de la aplicación de los tratamientos.

El signo negativo (-) indica que se presentó una reducción de la carga parasitaria

La carga parasitaria tanto para los nemátodos en A como para los D fue baja (0-200 hpg), el único tratamiento que presentó variación fue el T3 donde se determinó un conteo medio, pero sólo para los nemátodos A, ya que estos parámetros dependen de la condición corporal, la especie de nemátodos, las condiciones climáticas, la técnica de conteo usada, entre otros (Montero *et al.*, 2020)

En cuanto a los ooquistes por gramo autores como Romero y Sánchez encontraron que este valor es predominante cuando se encuentran 5.000 O.P.G, por lo que no hubo una infestación

relevante en los bovinos analizados. Sin embargo, solo observando tendencias, parece haber un efecto de reducción en el tratamiento donde se aplicó el extracto de *T. diversifolia* con 90 días de corte.

Aunque en los ensayos in vivo, la variabilidad de los resultados puede ser mayor que en condiciones controladas, el resultado obtenido para el control positivo (CP) en el que se empleó un antiparasitario comercial a base de albendazol, sugiere que una de las principales fuentes de error en los análisis pudo darse durante el tratamiento de las heces. Ya que se trata de un antiparasitario comercial, que ha sido muy eficiente en la finca donde se desarrolló esta fase experimental, se esperaba por lo menos una disminución leve en las poblaciones de parásitos para los bovinos sometidos a este tratamiento.

## 5. Conclusiones

El empleo de extractos de *Tithonia diversifolia*, obtenidos de plantas cosechadas a los 60 y 90 días, presentó disminuciones significativas de las emisiones de metano entérico durante análisis in vitro. Este hallazgo sugiere un potencial aprovechamiento integral de la planta, no solo como forraje de alta calidad nutricional, sino también como aditivo en dietas balanceadas. La reducción en las emisiones de metano puede atribuirse a la inhibición de bacterias metanogénicas por los metabolitos secundarios presentes en los extractos, posicionando a *T. diversifolia* como una planta prometedora para mitigar las emisiones ambientales asociadas a la producción animal.

A pesar de no obtener resultados significativos en la reducción de cargas parasitarias con los tratamientos aplicados, la comparación de los valores antes y después de esta aplicación destaca un posible potencial para disminuir las poblaciones de helmintos y coccidios mediante el suministro del extracto de *T. diversifolia* con 90 días al corte. Aunque esta disminución no alcanzó

niveles estadísticamente significativos y se observó una variabilidad considerable en los datos, estos indicios apuntan hacia un potencial que justifica la necesidad de una investigación más profunda para identificar las propiedades antiparasitarias del extracto de *T. diversifolia*.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos *in vitro* para verificar la eficacia de los extractos sobre la carga parasitaria bajo condiciones controladas y con base en los resultados generar formulaciones más acertadas.

Se recomienda evaluar la actividad antiparasitaria *in vivo* durante un periodo de tiempo más extenso (mínimo cuatro semanas) para evidenciar la efectividad del extracto en el tiempo.

Se recomienda evaluar distintas dosis del extracto de *T. diversifolia* con 90 días al corte para determinar la dosis más adecuada para disminuir emisiones de metano entéricas.

### Referencias bibliográficas

- Alayón, J., Jiménez, G., Piñeiro, Á., Canul, J., Albores, S., Villanueva, G., Nahed, J., y Ku Vera, J. (2018). Estrategias de mitigación de gases efecto invernadero en la ganadería. *Revista Agroproductividad*, 11 (2), 9-15. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/112/100>
- Almeida, M., Almeida, R., Nuñez, O., y Borja, B. (2023). *Moniezia expansa* and *Moniezia benedeni* a parasitosis in ruminants: an overview of their taxonomical aspects. *Journal of Andean Jungle Animal Science*, 10 (2), 130-138. [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v10n2/en\\_2311-2581-jsaas-10-02-130.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v10n2/en_2311-2581-jsaas-10-02-130.pdf)
- Alvarez, C., Mathis, A., y Deplazes, P. (2018). Assessing the contamination of food and the environment with taenia and echinococcus eggs and their zoonotic transmission. *Journal Current Clinical Microbiology Reports*, 5 (2), 154–163. <https://doi.org/10.1007/s40588-018-0091-0>
- Benaouda, M., González, M., Molina, L., y Castelán, O. (2017). Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8 (4), 965-974. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n4/2007-0934-remexca-8-04-965-en.pdf>
- Biu, A., Maimunatu, A., Salamatu, A., y Agbadu, E. (2021). A faecal survey of gastrointestinal parasites of ruminants on the University of Maiduguri Research Farm. *International Journal of Biomedical and Health Sciences*, 5 (4), 175-179. <https://ojs.klobexjournals.com/index.php/ijbhs/article/viewFile/1048/1087>
- Bodas, R., Prieto, N., García, R., Andrés, S., Giráldez, F., y López, S. (2012). Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Journal of*

- Animal Feed Science and Technology, 176 (4), 78–93.  
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.07.010>
- Boldbaatar, B., Meireles, T., Fernández, T., y Demedio, J. (2021). Clinic parasitologic state of young bovines and effect of anthelmintics on faecal egg counts of gastrointestinal strongilides. *Revista de Salud Animal*, 43(1), 1-11.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-570X2021000100006&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2021000100006&lng=es&tlng=en)
- Bonilla, J., y Lemus, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 3 (2), 215-246. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v3n2/v3n2a6.pdf>
- Burke, J., y Miller, J. (2020). Sustainable approaches to parasite control in ruminant livestock. *Journal of Veterinary Clinics of North America and Food Animal Practice*, 36 (1), 89–107.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.007>
- Cardona, G., y Carmena, D. (2013). A review of the global prevalence, molecular epidemiology and economics of cystic echinococcosis in production animals. *Journal Veterinary Parasitology*, 192(1–3), 10–32. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.09.027>
- Carro, M., De Evan, T., y González, J. (2018). Emisiones de metano en los animales rumiantes influencia de la dieta. Departamento de Producción Agraria: Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/54818/1/INVE\\_MEM\\_2018\\_296591.pdf](https://oa.upm.es/54818/1/INVE_MEM_2018_296591.pdf)
- Casasús, I., y López, D. (2020). La profesión veterinaria ante los restos de la ganadería extensiva. *Mundo Ganadero: Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón*.  
[https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4955/1/2020\\_064.pdf](https://citarea.cita-aragon.es/citarea/bitstream/10532/4955/1/2020_064.pdf)

- Castro, J., González, M., y Mezo, M. (2017). Principales parasitosis en el ganado vacuno lechero pautas racionales de control. Departamento de producción animal: Universidad Nacional Autónoma de Honduras. <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/anatomia-vegetal/parasitologia-seccion-medicina-veterinaria-para-principiantes/16167358>
- Charlier, J., Thamsborg, S., Bartley, D., Skuce, P., Kenyon, F., Geurden, T., Hoste, H., Williams, A., Sotiraki, S., Höglund, J., Chartier, C., Geldhof, P., Van Dijk, J., Rinaldi, L., Morgan, E., Von Samson, G., Vercruyse, J., y Claerebout, E. (2017). Mind the gaps in research on the control of gastrointestinal nematodes of farmed ruminants and pigs. *Journal of Transboundary and Emerging Diseases*, Vol. 65, 217–234. <https://doi.org/10.1111/tbed.12707>
- Castañeda, G., Torres, J., Sánchez, J., Mendoza, P., González, M., Zamilpa, A., Al Ani, L., Sandoval, C., De Freitas, F., y Aguilar, L. (2020). The possible biotechnological use of edible mushroom bioproducts for controlling plant and animal parasitic nematodes. *Journal of BioMed Research International*, Vol.2020, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/6078917>
- Chandrasekaran, M. (2020). A meta analytical approach on arbuscular mycorrhizal fungi inoculation efficiency on plant growth and nutrient uptake. *Journal Agriculture*, 10 (9), 2-12. <https://www.mdpi.com/2077-0472/10/9/370>
- Costantini, A., Perez, M., Busto, M., González, F., Cosentino, V., Romaniuk, R., y Taboada, M. (2018). Emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera. *Revista de Ciencia e Investigación*, 68 (5), 47-54. [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/4389/INTA\\_CIRN\\_Institut](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/4389/INTA_CIRN_Institut)

[odeSuelos Costantini A Emisiones gases efecto invernadero produccion ganadera.pdf?sequence=1](#)

Da Silva, T., Granja, Y., Alvarado, D., y Duarte, J. (2020). Fuentes proteicas de baja degradación ruminal y su efecto en la producción de metano en bovinos de carne. *Revista en Línea*, 12 (2), 233-244. <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/124>

Delgado, D., Galindo, J., González, R., González, N., Scull, I., Dihigo, L., Cairo, J., Aldama, I y Moreira, O. (2012). Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Journal Tropical Animal Health and Production*, 44 (5), 104-1097. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22205224/>

Dwight, D. (2011). *Parasitología para veterinarios*. <https://books.google.com/cu/books?id=1guexEogRE8C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

De la Cruz, J., Hernández, M., Aranda, M., Bolio, G., Velázquez, M., y Córdova, S. (2022). Potencial nutricional y fitohelmíntico de los extractos acuosos de *Tithonia diversifolia* Hemsl Asteraceae en pequeños rumiantes en el trópico mexicano. *Revista de Información Técnica Económica Agraria*, 118(1). 69-81. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2022/118-1/\(069-081\)%20A82603%20\(118-1\).pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2022/118-1/(069-081)%20A82603%20(118-1).pdf)

Ding, H., Liu, T., Hu, Q., Liu, M., Cai, M., Jiang, Y., y Cao, C. (2022). Effect of microbial community structures and metabolite profile on greenhouse gas emissions in rice varieties. *Journal Environmental Pollution*, Vol. 306, p. 119365. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119365>

- Garcia, J., Sleebs, B., y Gasser, R. (2019). An appraisal of natural products active against parasitic nematodes of animals. *Parasites & Vectors*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3537-1>
- Galindo, J., González, A., Sosa, T., Ruíz, V., Torres, A., Aldana, H., Díaz, O., Moreira, L., Sarduy, A. (2011). Efecto de *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray botón de oro en la población de protozoos y metanógenos ruminales en condiciones in vitro . *Revista Cubana de Ciencia Agrícolas*, 45 (1), 33-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017615009>
- Gaviria, X., Bolivar, D., Rosenstock, T., Molina, I., Chirinda, N., Barahona, R., y Arango, J. (2020). Nutritional quality voluntary intake and enteric methane emissions of diets based on novel cayman grass and its associations with two *Leucaena* Shrub legumes. *Journal Frontiers in Veterinary Science*, Vol. 7, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.579189>
- Gitahi, S., Ngugi, M., Mburu, D., y Machocho, A. (2021). Contact toxicity effects of selected organic leaf extracts of *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray and *Vernonia lasiopus* O Hoffman against *Sitophilus zeamais* Motschulsky Coleoptera Curculionidae. *International Journal of Zoology*, Vol. 2021, 1-14. <https://www.hindawi.com/journals/ijz/2021/8814504/>
- González, L., Díaz, M., Castro, I., Fonte, L., Lugo, Y., y Altuanga, N. (2019). Caracterización fitoquímica y actividad antioxidante total de diferentes extractos de *Tithonia diversifolia* Hemsl A González, F., Odriozola, E., y Steffan, P. (2017). Coccidiosis en el partido de general alvear descripción de un caso clínico. *Facultad de Ciencias Veterinarias: UNCPBA*. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/f3f4208f-d1f7-419b-887f-cdf4e2a046ae/content>

- Gray. Revista Pastos y Forrajes, 42 (3), 1-9.  
<https://www.redalyc.org/journal/2691/269161718010/269161718010.pdf>
- Green, P., Belmain, S., Ndakidemi, P., Farrell, I., y Stevenson, P. (2017). Insecticidal activity of *Tithonia diversifolia* and *Vernonia amygdalina*. *Journal Industrial Crops and Products*, Vol. 110, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.021>
- Guatusmal, C., Escobar, L., Meneses, D., Cardona, J. y Castro, E. (2020). Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 31 (1), 193-208.  
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n1/2215-3608-am-31-01-00193.pdf>
- Hristov, A., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A., Yang, W., Tricarico, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. y Oosting, S. (2013). Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO<sub>2</sub>. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: FAO. <https://www.fao.org/3/I3288S/i3288s.pdf>
- Kabera, J., Tuyisenge, R., Ugirinshuti, V., Nyirabageni, A., y Munyabuhoro, S. (2014). Preliminary investigation on anthelmintic activity and phytochemical screening of leaf crude extracts of *Tithonia diversifolia* and *Tephrosia vogelii*. *African Journal of Microbiology Research*, 8 (25), 2449–2457. <https://doi.org/10.5897/ajmr2013.6525>
- Keeton, S., y Navarre, C. (2018). Coccidiosis in Large and Small Ruminants. *Journal Veterinary Clinics of North America and Food Animal Practice*, 34 (1), 201–208.  
<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2017.10.009>

- Kerebba, N., Oyedeji, A., Byamukama, R., Kuria, S., y Oyedeji, O. (2019). Pesticidal activity of *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray and *Tephrosia vogelii* Hook f phytochemical isolation and characterization a review. *South African Journal of Botany*, Vol. 121, 366-376. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918313139>
- Laborde, D., Mamun, A., Martin, W., Piñeiro, V., y Vos, R. (2021). Agricultural subsidies and global greenhouse gas emissions. *Journal Nature Communications*, 12 (1), 1-9. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22703-1>
- Londoño, J., Mahecha, L., y Angulo, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal Recia*, 11(1), 28-41. [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n4/en\\_2078-8452-pyf-43-04-275.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n4/en_2078-8452-pyf-43-04-275.pdf)
- Mabou, A., Marino, F., y Cosentino, M. (2018). *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray as a medicinal plant a comprehensive review of its ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacotoxicology and clinical relevance. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol. 220, 94–116. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.03.025>
- Martínez, P., Cortés, E., Purroy, R., Palma, J., Del Pozo, P., y Vite, C. (2019). *Leucaena leucocephala* lam de wit especie clave para una producción bovina sostenible en el trópico. *Revista de Agroecosistemas Tropical y subtropical*, Vol. 22, 331-357. [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/90501414/2707-12135-2-PB-libre.pdf?1662002893=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLeucaena\\_leucocephala\\_LAM\\_DE\\_WIT\\_A\\_KEY\\_S.pdf&Expires=1705254916&Signature=WENvUUfEw26xUFk-jXwROIp3fFUmRA~JMUE56GwbwQLyiEA4GygxDOC8EuyktKjp3QVn-](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/90501414/2707-12135-2-PB-libre.pdf?1662002893=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLeucaena_leucocephala_LAM_DE_WIT_A_KEY_S.pdf&Expires=1705254916&Signature=WENvUUfEw26xUFk-jXwROIp3fFUmRA~JMUE56GwbwQLyiEA4GygxDOC8EuyktKjp3QVn-)

[TY4DD76bakY16ESduKr9UWqaqCfmmI2EJURv~ZavdSLMdZIJJ5Y4VRFH0YfZl2r-0Rr8H9-4esltQInzcDy-MyZ8YH6vc6pMqbr3QX4wr-XN9aR3EtXgcO76X5wFHVDj5EK3XJJSHgIWQn2HjZUi6ZbgQz0UokCN0AMSMbl7zPABhs68ZbQZ-jEwQcIwNx2U-DOuwjeEMMB2mBLWSqMBhWBvTTnUp2oOZMWhXgk2b5C52pyrshEMwaHa5GMiJhqhTRNWI~NoEqwIVOhwA &Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://doi.org/10.1007/s12040-022-00000-0)

- Méndez, S., González, P., Reyes, R., y Ramírez, J. (2022). Biofertilización con *Azospirillum brasilense* y *Rizhoglomus irregulare* en *Tithonia diversifoli* Hemsl. *Revista Pastos y Forrajes*, 45, 1-8. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v45/2078-8452-pyf-45-e8.pdf>
- Meza, G., Meza, C., Avellaneda, J., Cabezas, R., Villamar, R., Cabanilla, M., Vivas, W., Intriago, F., Meza, F., Zapatier, A., Bastidas, R., Solís, T., Muñoz, L., Garcia, W., y Barros, M. (2022). Rumen fermentation profile and greenhouse gas mitigation of three forage species from agroforestry systems in dry and rainy seasons. *Journal Fermentation*, 8(11), p. 630. <https://doi.org/10.3390/fermentation8110630>
- Montenegro, J., Barrantes, E., y DiLorenzo, N. (2018). Determinación de emisión de metano entérico de novillos Brahman en pastoreo en el ecosistema de bosque tropical seco de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52 (2), 158-170. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/10591>
- Montero, A., Rodríguez, I., Veirano, G., Geldhof, P., y Rendón, D. (2020). Prevalencia y carga parasitaria mensual de nemátodos gastrointestinales y fasciola hepática en bovinos lecheros de dos distritos del Valle del Mantaro Junín Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias*, 31(2), p. 17819. <https://core.ac.uk/reader/326812500>

- Niero, G., Cendron, F., Penasa, M., De Marchi, M., Cozzi, G., y Cassandro, M. (2020). Repeatability and reproducibility of measures of bovine methane emissions recorded using a laser detector. *Journal Animals*, 10 (4), 606. <https://www.mdpi.com/2076-2615/10/4/606/htm>
- Ojeda, D. (20 de abril de 2018). Coccidiosis bovina un grave problema en producción animal. *Agrocolun*. <https://agrocolun.cl/coccidiosis-bovina-un-grave-problema-en-produccion-animal/>
- Ojo, O., Ojo, A., Ajiboye, B., Olaiya, O., Okesola, M., Boligon, A., De Campos, M., Oyinloye, B., y Kappo, A. (2018). Hplc Dad fingerprinting analysis antioxidant activities of *Tithonia diversifolia* Hemsl A Gray leaves and its inhibition of key enzymes linked to Alzheimers disease. *Journal Toxicology Reports*, Vol. 5, 585–592. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.05.003>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (21 de junio de 2017). La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030. <https://www.un.org/es/desa/world-population-prospects-2017>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). Modelo de Evaluación Ambiental Ganadera Global GLEAM: FAO. <https://www.fao.org/gleam/>
- Ortiz, P., Barros, M., Mayorga, S., Chay, A., Guishca, C., Romero, R., y Reyes, H. (2019). Influence of cutting age on chemical composition, rumen degradation kinetics and in vitro digestibility of green hydroponic fodder of *Avena sativa*. *Journal Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 22, 819–825. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/3082>

- Palma, D., Bone, G., Bone, C., y Arturo, W. (2022). Efecto del pasto INIAP 811 y *Tithonia diversifolia* en el valor nutricional in vitro. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15 (1), 41-48.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8537299>
- Panchasara, H., Samrat, N., y Islam, N. (2021). Greenhouse gas emissions trends and mitigation measures in Australian agriculture sector a review. *Journal Agriculture*, 11 (2), 85.  
<https://doi.org/10.3390/agriculture11020085>
- Planelles, M. (25 de noviembre de 2019). Los gases de efecto invernadero en la atmósfera marcan un nuevo máximo histórico. *El país*.  
[https://elpais.com/sociedad/2019/11/24/actualidad/1574595025\\_531338.html](https://elpais.com/sociedad/2019/11/24/actualidad/1574595025_531338.html)
- Pérez, G. (2019). Potencial nutritivo del follaje de arbóreas y arbustivas cinética de la fermentación in vitro en la producción de gas metano (tesis de posgrado). Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, México.  
[https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO\\_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019\\_Genesis%20P%C3%A9rez%20Can.pdf](https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2017-2019_Genesis%20P%C3%A9rez%20Can.pdf)
- Pié, O. (2020). Coccidiosis en rumiantes. *Veterinaria digital*.  
[https://www.veterinariadigital.com/post\\_blog/coccidiosis-en-rumiantes/](https://www.veterinariadigital.com/post_blog/coccidiosis-en-rumiantes/)
- Pisa Agropecuaria. (2013). Coccidiosis bovina control y tratamiento. *Ganadería*.  
<https://www.ganaderia.com/micrositio/pisa-salud-animal/Coccidiosis-bovina,-control-y-tratamiento>
- Qingling, M., Guanglei, W., Jun, Q., Xinquan, Z., Tianli, L., Xuemei, S., Jinsheng, Z., Huisheng, W., Kuojun, C., & Chuangfu, C. (2021). Prevalence of hydatid cysts in livestock animals

- in Xinjiang, China. *The Korean Journal of Parasitology*, 52(3), 331–334.  
<https://doi.org/10.3347/kjp.2014.52.3.331>
- Quintero, S., Molina, I., Ramirez, J., Rao, I., Chirinda, N., Barahona, R., Moorby, J., y Arango, J. (2021). Nutritional evaluation of tropical forage grass alone and grass legume diets to reduce in vitro methane production. *Journal Frontiers in Sustainable Food Systems*, Vol. 5, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.663003>
- Ramírez, R. (2018). Extracción de nutrientes y productividad del botón de oro *Tithonia diversifolia* con varias dosis de fertilización nitrogenada. *Journal InterSedes*, 19 (39), 172-187.  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-24582018000100172](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582018000100172)
- Rivera, J., Chará, J., Gómez, J., Ruíz, T., y Barahona, R. (2018). Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A Gray para la producción animal sostenible. *Revista de Investigación Ganadera para el Desarrollo Rural*, 30 (12), 1-20.  
[https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Barahona-Rosales-2/publication/329196626\\_Variabilidad\\_fenotipica\\_y\\_composicion\\_fitoquimica\\_de\\_Tithonia\\_diversifolia\\_A\\_Gray\\_para\\_la\\_produccion\\_animal\\_sostenible/links/5c05e94b299bf169ae304cb2/Variabilidad-fenotipica-y-composicion-fitoquimica-de-Tithonia-diversifolia-A-Gray-para-la-produccion-animal-sostenible.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rolando-Barahona-Rosales-2/publication/329196626_Variabilidad_fenotipica_y_composicion_fitoquimica_de_Tithonia_diversifolia_A_Gray_para_la_produccion_animal_sostenible/links/5c05e94b299bf169ae304cb2/Variabilidad-fenotipica-y-composicion-fitoquimica-de-Tithonia-diversifolia-A-Gray-para-la-produccion-animal-sostenible.pdf)
- Romero, J., y Sánchez, R. (2014). Coccidiosis en bovinos. Centro de Diagnóstico e Investigaciones Veterinarias: CEDIVE. [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Sanchez-26/publication/267370830\\_COCCIDIOSIS\\_EN\\_BOVINOS/links/54809f4c0cf22525dcb5fc6c/COCCIDIOSIS-EN-BOVINOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Sanchez-26/publication/267370830_COCCIDIOSIS_EN_BOVINOS/links/54809f4c0cf22525dcb5fc6c/COCCIDIOSIS-EN-BOVINOS.pdf)
- Sánchez, P., Torres, M., Campos, R., Soriano, R., Fernández, F., Medina, G., Del Razo, O., y Almaraz, L. (2018). Potencial de emisión de gases efecto invernadero de plantas forrajeras

- por fermentación entérica. *Revista Agroproductividad*, 11 (2), 40-45. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/116/98%20%20,%20https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/116>
- Sikder, M., y Vestergård, M. (2020). Impacts of root metabolites on soil nematodes. *Journal Frontiers in Plant Science*, Vol. 10, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01792>
- Simo, J., Rivera, R., Martinez, L., y Martin, G. (2020). The integration of AMF inoculants green manure and organo mineral fertilization in banana plantations on calcic haplic Phaeozems. *Journal Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23 (1), 1-15. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2882>
- Singh, N., Mansoori, A., Jiwani, G., Solanke, A., Thakur, T., Kumar, R., Chaurasiya, M., y Kumar, A. (2021). Antioxidant and antimicrobial study of *Schefflera vinosa* leaves crude extracts against rice pathogens. *Arabian Journal of Chemistry*, 14 (7), 103243. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103243>
- Tedeschi, L., Muir, J., Naumann, H., Norris, A., Ramírez, C., y Mertens, S. (2021). Nutritional aspects of ecologically relevant phytochemicals in ruminant production. *Journal Frontiers in Veterinary Science*, Vol. 8, 1-24. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.628445>
- Torres, N., Sánchez, P., y Herrera, J. (2018). Producción de gases efecto invernadero in vitro de leguminosas arbóreas del trópico seco mexicano. *Revista Archivos de Zootecnia*, 67 (257), 55-59. [http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/1347/ART\\_12108\\_18A.pdf?sequence=1](http://ri.uagro.mx/bitstream/handle/uagro/1347/ART_12108_18A.pdf?sequence=1)
- Ulargui, V. (19 de octubre de 2020). Un informe destaca el escaso efecto de la ganadería extensiva en el cambio climático. *Canales sectoriales*. <https://www.interempresas.net/Ganadero/Articulos/316434-Un-informe-destaca-el-escaso-efecto-de-la-ganaderia-extensiva-en-el-cambio-climatico.html>

- Usal, F. (Junio de 2023). Enfermedades digestivas de bovinos en engorde a corral. En G. Arnaud y R. Rivero (Presidencia). *El manejo nutricional durante los primeros 21 días postparto afecta la metabolómica endometrial al final del período de espera voluntario de vacas lecheras*. Simposio llevado a cabo en el LXX Congreso Latinoamericano de Jornadas Uruguayas, Pysandú, Uruguay. [https://www.researchgate.net/profile/Catalina-Rivoir/publication/376264703\\_El\\_manejo\\_nutricional\\_durante\\_los\\_primeros\\_21\\_dias\\_postparto\\_afecta\\_la\\_metabolomica\\_endometrial\\_al\\_final\\_del\\_periodo\\_de\\_espera\\_voluntario\\_de\\_vacas\\_lecheras/links/6570b607e1eb295d6b99a5c4/El-manejo-nutricional-durante-los-primeros-21-dias-postparto-afecta-la-metabolomica-endometrial-al-final-del-periodo-de-espera-voluntario-de-vacas-lecheras.pdf#page=57](https://www.researchgate.net/profile/Catalina-Rivoir/publication/376264703_El_manejo_nutricional_durante_los_primeros_21_dias_postparto_afecta_la_metabolomica_endometrial_al_final_del_periodo_de_espera_voluntario_de_vacas_lecheras/links/6570b607e1eb295d6b99a5c4/El-manejo-nutricional-durante-los-primeros-21-dias-postparto-afecta-la-metabolomica-endometrial-al-final-del-periodo-de-espera-voluntario-de-vacas-lecheras.pdf#page=57)
- Van, N., Cuong, N., Yen, N., Nhi, N., Kiet, B., Hoang, N., Hien, V., Thwaites, G., Carrique, J., y Ribas, A. (2019). Characterization of gastrointestinal helminths and their impact in commercial small scale chicken flocks in the Mekong Delta of Vietnam. *Journal Tropical Animal Health and Production*, 52 (1), 53–62. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01982-3>
- Vasileiou, N., Fthenakis, G., y Papadopoulou, E. (2015). Dissemination of parasites by animal movements in small ruminant farms. *Journal Veterinary Parasitology*, 213 (1-2), 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2015.04.031>
- Yan, H., Zhao, C., Zhang, J., Zhang, R., Xue, C., Liu, G., y Chen, C. (2017). Study on biomethane production and biodegradability of different leafy vegetables in anaerobic digestion. *Journal AMB Express*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0325-1>
- Zvinorova, P., Halimani, T., Muchadeyi, F., Matika, O., Riggio, V., y Dzama, K. (2016). Breeding for resistance to gastrointestinal nematodes the potential in low input output small ruminant

production systems. *Journal Veterinary Parasitology*, Vol. 225, 19–28.

<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.05.015>