



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria



Evaluación del efecto antihelmíntico natural de la leguminosa Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) sobre los parásitos gastrointestinales en terneros naturalmente infectados



Trabajo de intensificación para optar al grado académico de
Ingeniero Agrónomo

Autor: Facundo Rafael Ochoa

Docente tutor: Ing. Agr. Dr. Mariano Menghini

Docentes consejeros: Ing. Agr. Mg. Rodrigo Bravo y Bioq. Dra. Marcela Martínez

Asesores externos: Ing. Agr. Dr. Sebastián Lagrange y Med. Vet. Dr. Miguel Buffarini

Departamento de Agronomía

Universidad Nacional del Sur

Febrero 2025

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi mamá Mariela y mi abuela Dolly que a pesar de ya no estar acompañándome en vida siempre creyeron en mí y me aconsejaron para que luchara por mis sueños.

Tengo mucha gente a quién decirle gracias. Primero mencionar a mi tutor Mariano por su enorme cordialidad y predisposición para ayudarme y atender todas mis dudas desde el comienzo. A mis consejeros Marcela y Rodrigo por su amabilidad y valiosos aportes. A Sebastian, Andrea, Analía, Maxi, Mauri, Braian, Mario, Emiliano y todo INTA Bordenave por abrirme las puertas, por todo lo aprendido y el cordial ambiente compartido. Agradezco también a Miguel Buffarini de INTA General Villegas por su valioso aporte y por estar siempre a disposición de mis consultas.

Agradecer a mi papá Luis por su constante lucha para que yo pueda llegar hasta acá y porque todo se lo debo a él. A mis 4 hermanos por el constante apoyo y por cómo nos complementamos.

Quiero mencionar a la familia Torre de Torre hnos. S. A. de Puan. En primer lugar, al ingeniero Román Torre por su apoyo en este camino y sobre todo por alentarme a continuar y aconsejarme. También a Jose Luis y Guillermo por el constante apoyo a mi familia en general, adhiero aquí mi agradecimiento a Eduardo Torre a quien no tuve el gusto de conocer, pero tengo el mayor de los respetos.

A Francisco “pancho” Moreno y toda su familia por todo lo que han hecho por mí y mi familia y por estar siempre presente. A mis padrinos Carmen y Marcelo por siempre estar. A Marcela Elorriaga por toda su ayuda y guía al comenzar mi camino en la universidad, a mis queridos profes de la secundaria y a todas las personas que han sido un apoyo en mi vida.

Finalmente agradecer a todo el Departamento de Agronomía, profesores y no docentes, compañeros, amigos y a toda la Universidad Nacional del Sur. Realmente encontré aquí la mejor formación académica y una institución con gente buena que trabaja con vocación y ama lo que hace.

ÍNDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
Generalidades de la producción bovina en Argentina	5
La ganadería en el Sudoeste Bonaerense.....	6
Caracterización agroclimática regional	6
Descripción de la actividad bovina regional	7
Manejo de los parásitos gastrointestinales en los sistemas ganaderos	8
Resistencia a los compuestos antihelmínticos sintéticos	8
Problemática de la helmintiasis gastrointestinal en rumiantes	9
Enfoque alternativo para el control antihelmíntico	10
Uso antihelmíntico de plantas bioactivas.....	11
Taninos condensados	11
Mecanismo de acción de los taninos	12
OBJETIVO	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
Sitio experimental	16
Diseño experimental y animales.....	16
Manejo diario del ensayo	19
Determinaciones:.....	19
Composición química de los alimentos suministrados	19
Consumo	21
Desempeño animal:.....	23
Muestreo de heces y determinación de la infestación parasitaria	24
Eficacia antihelmíntica	25
Cultivo de nematodos	26
Parámetros sanguíneos.....	26
Análisis estadísticos.....	28
RESULTADOS	30
Desempeño animal	30
Eficacia antihelmíntica.....	30
Parámetros sanguíneos	32
DISCUSIÓN.....	33
Desempeño animal	33

Efecto antihelmíntico del consumo de sainfoin	35
Parámetros sanguíneos	38
CONCLUSIÓN	39
BIBLIOGRAFÍA	40

RESUMEN

La cría es la actividad ganadera más importante del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. El alimento es el principal factor que determina la producción, por ende, es conveniente estudiar especies forrajeras que presenten cierta tolerancia a la sequía para ser utilizadas en los programas de alimentación. Además, resulta de gran relevancia actual, el manejo helmíntico en los terneros de destete debido a problemáticas como la resistencia de fármacos y la demanda social creciente de productos libres de sustancias químicas. De esta forma, se ha propuesto el uso de plantas bioactivas productoras de distintas sustancias, entre ellas los taninos condensados (TC), cuyas propiedades contribuyan al control antihelmíntico. La leguminosa perenne sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) es una especie forrajera con estas cualidades, siendo capaz de adaptarse a la región. Resulta escasa la información disponible respecto al efecto antihelmíntico de sainfoin en bovinos. El objetivo fue evaluar el efecto antihelmíntico del heno de Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) en terneros infectados naturalmente con nematodos gastrointestinales. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con 16 terneros divididos en dos grupos: dieta con heno de alfalfa (control) y dieta con heno de sainfoin más suplementación proteica, de manera que las dietas fueran isoproteicas. Los resultados mostraron que el desempeño animal (evolución del PV, GDP, consumo y ECA) fue similar entre dietas ($p > 0.05$). No se observaron diferencias en la concentración de HPG ni en la eficacia antihelmíntica entre tratamientos ($p > 0,05$). El análisis de parámetros sanguíneos indicó menores niveles de albúmina y proteínas totales en el grupo sainfoin ($p < 0.05$). Aunque el sainfoin no mostró una eficacia en el control de nematodos bajo estas condiciones, el desempeño animal fue similar, por lo que es una leguminosa forrajera promisoría en contextos de limitaciones agroclimáticas.

INTRODUCCIÓN

Generalidades de la producción bovina en Argentina

La cadena de carne bovina es una de las más importantes del sector pecuario en Argentina. El número de establecimientos dedicados a la producción del ganado bovino, el stock ganadero y los puestos de trabajo generados en cada uno de los eslabones, la posicionan como la principal actividad pecuaria en el sistema productivo nacional. Si bien determinadas áreas del territorio nacional concentran la producción de bovinos de carne, todas las provincias del país contienen bovinos en producción (SENASA, 2024).

El stock bovino se mantiene estable, cerrando al 31 de diciembre de 2023 en 52.783.892 de cabezas. Además, el 64% del stock se ubica en la región Centro del país, la cual incluye a la provincia de Buenos Aires. Considerando específicamente la ganadería de cría, el stock de madres para 2023 cerró en 22.404.367 vacas, de las cuales 13.792.914 se agrupan en la región Centro (MINEC, 2024). La producción de carne vacuna a lo largo del segundo trimestre del 2024 fue de 743.237 toneladas res con hueso, un volumen levemente inferior (-0,28%) al que se obtuvo durante el primer trimestre del 2024. La producción resultó un 12,66% inferior al volumen de producción procesado durante el segundo trimestre de 2023, que había sido cercano a las 851.000 toneladas. Si se compara el volumen de producción de los primeros semestres de 2023 y 2024 se observa una caída del 10,1%. La sequía que afectó durante 2022 y 2023 a muchas zonas productivas del país tuvo implicancia directa sobre la necesidad de liquidación de hacienda por falta de alimento principalmente (Brusca y Scarano, 2024). En el siguiente gráfico se puede observar la participación porcentual por categoría de vacunos en el mercado de carnes (Figura 1).

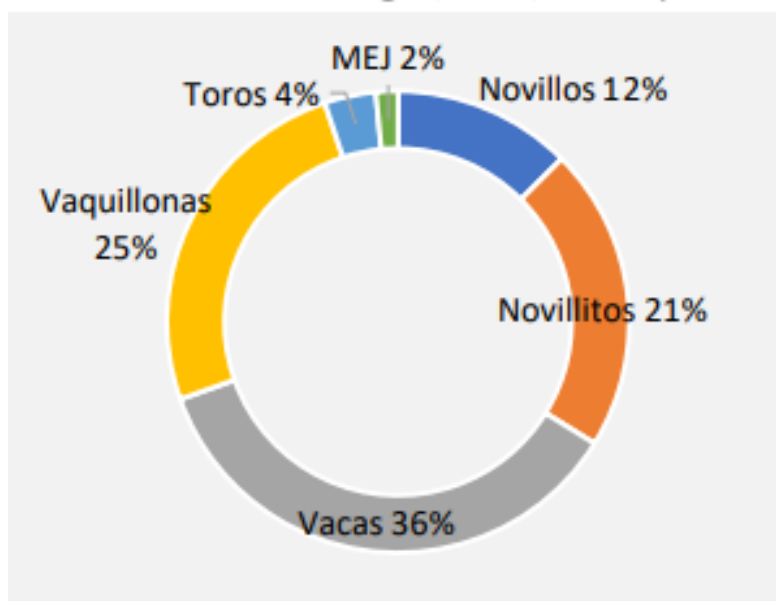


Figura 1. Mercado Agro Ganadero, participación por categoría agosto 2024 en % del total de cabezas. Tomada de FADA 2024 (Fuente: FADA en base Rosgan, MAG, INDEC y BCRA).

En septiembre de 2024 los precios de exportación mejoraron para la mayoría de los cortes a China, entre 3% y 11% respecto al mismo mes del año anterior, asimismo, el precio de la cuota Hilton mejoró 15% interanual.

La ganadería en el Sudoeste Bonaerense

Caracterización agroclimática regional

Se describe al Sudoeste de la provincia de Buenos Aires o Sudoeste Bonaerense como una región marginal dentro de la pampa húmeda, caracterizada por un clima subhúmedo seco y semiárido con aptitud para desarrollar actividades mixtas (ganadero-agrícola). Tiene una superficie de 6,5 millones de ha, lo que representa un 25% del territorio de la provincia de Buenos Aires. Está integrado por los partidos de: Adolfo Alsina, Bahía Blanca, Coronel Dorrego, Coronel Pringles, Coronel Rosales, Coronel Suárez, Guaminí, Monte Hermoso, Patagones, Puan, Saavedra, Tornquist y Villarino. A su vez, la región se dividió en 4 subregiones en base a características agroecológicas similares: Subregión Patagónica, Subregión Corfo, Subregión Semiárida y Subregión Ventania (Dalmaso, 2021).

La región se caracteriza por una gran variabilidad climática (Figura 2). Las lluvias que varían entre 400 y 700 mm anuales se concentran en el otoño y la primavera, con una estación seca durante el invierno y otra semiseca en el verano con alta evapotranspiración. Además, existe una gran variación interanual, presentando años con precipitaciones por encima del promedio anual (niño, período húmedo) y otros con lluvias debajo del mismo (niña, período seco) (Campo *et al*, 2009). El tipo de clima es templado, con veranos e inviernos bien marcados y las épocas de primaveras y otoños con temperaturas moderadas. Los valores medios anuales de temperatura se encuentran entre 14°C y 20°C (Dalmaso, 2021).

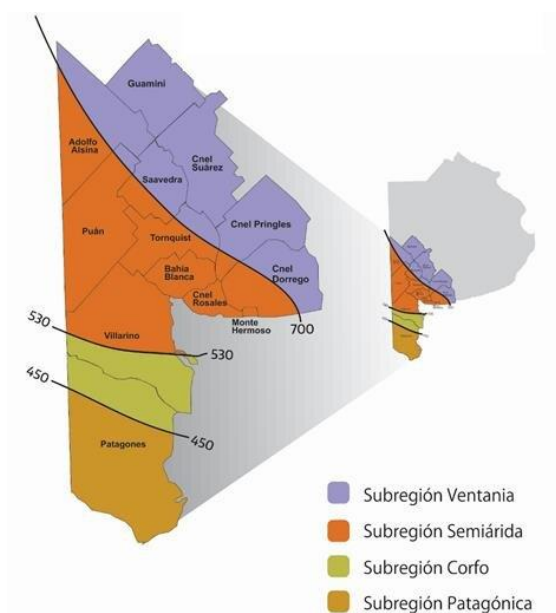


Figura 2. Mapa de la región del Sudoeste Bonaerense dividida en sus 4 subregiones. Tomado de Lauric (2023).

Descripción de la actividad bovina regional

En la zona se encuentra alrededor del 15% del ganado bovino de la Provincia, prevaleciendo la actividad de cría seguida por la recría. En algunos establecimientos se realiza el engorde de animales para faena mediante pastoreo directo y/o con cierto grado de suplementación. Asimismo, conviven sistemas de engorde a corral para recría y engorde, aunque en menor medida (Dalmaso, 2021). Por ello, resulta conveniente para el Sudoeste Bonaerense,

estudiar especies forrajeras que presenten cierta tolerancia a la sequía y que puedan ser utilizadas en los programas de alimentación para bovinos.

Manejo de los parásitos gastrointestinales en los sistemas ganaderos

En los establecimientos agropecuarios existen objetivos complementarios entre sí que deben ser priorizados de acuerdo con la gravedad del problema parasitológico. Una de las preocupaciones de productores y profesionales gira en torno a las cualidades terapéuticas y costos de los compuestos antiparasitarios. No obstante, la realidad indica que las mayores pérdidas de producción se deben a errores en la programación del control de los parásitos. En la actualidad, a la preocupación tradicional de evitar las pérdidas generadas por los nematodos internos de los animales en pastoreo, se suma la de convivir en un delicado equilibrio con los parásitos, con la finalidad de prolongar la vida útil de los distintos grupos químicos utilizados en el control a campo de la enfermedad. Una de las consecuencias más importantes desde el punto de vista biológico y productivo de la aplicación irracional de antiparasitarios, es la aparición en algunos establecimientos ganaderos, del fenómeno de resistencia a los distintos compuestos utilizados en la práctica para el control de la enfermedad (Steffan y Fiel *et al*, 2005).

Resistencia a los compuestos antihelmínticos sintéticos

Se define como resistencia “cuando una cantidad significativa de individuos dentro de una población de parásitos, usualmente afectados por una determinada dosis de antiparasitario, no es completamente afectada o es necesario el incremento de la concentración inicial del principio activo para llegar al nivel de eficacia original del mismo; la resistencia es heredable” (Prichard, 1980).

Para minimizar las consecuencias de los efectos negativos de los parásitos y sumado al costo relativamente bajo, los compuestos antiparasitarios comenzaron a utilizarse rutinariamente en forma sistemática y a cortos intervalos (Anziani y Fiel, 2004). Con esta metodología empírica y simplificada de control, se produce una “alta presión de selección” donde la progenie de los parásitos

sobrevivientes a los tratamientos –genéticamente resistentes- comienza a ser paulatina y proporcionalmente más importantes y así, conformar la mayor proporción de parásitos resistentes en las poblaciones en “refugio” presentes en el medio ambiente, ej.: deposiciones fecales, pastura y suelo (Martín *et al.*, 1981).

Problemática de la helmintiasis gastrointestinal en rumiantes

La helmintiasis gastrointestinal se ha definido como uno de los problemas sanitarios, de bienestar y económicos más importantes en el sistema de producción ganadera, especialmente en los países en desarrollo (Zeineldin *et al.*, 2020). La clave para un programa de control exitoso es la interrupción del ciclo de vida del parásito (Kumar y Dutta, 2018). Los nematodos son un grupo heterogéneo de parásitos. Dentro del inmenso número de especies de nematodos que existen en la naturaleza, los géneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Ostertagia* y *Trichostrongylus* se mencionan como los más importantes desde el punto de vista veterinario y productivo. Algunas de las especies más importantes de estos géneros se muestran en la Figura 3. La mayoría de estos parásitos están muy extendidos en los países en desarrollo y siguen siendo una de las principales causas de disminución de la productividad animal con efecto además sobre la tasa de mortalidad. Además, la helmintiasis gastrointestinal contribuye a la prevalencia de deficiencias nutricionales, anemia, eosinofilia, manifestaciones alérgicas y neumonía en el ganado infectado (Zeineldin *et al.*, 2020).

Los parásitos gastrointestinales producen los efectos más significativos en los animales desde el destete hasta los 18-20 meses de vida. Por ejemplo, en la pampa húmeda, la infectividad de los pastos alcanza su máximo nivel hacia el invierno. Cuando esta situación epidemiológica coincide con una baja disponibilidad y calidad del forraje, se producen las mayores pérdidas en producción. En tales circunstancias, los animales acumulan cargas parasitarias crecientes hasta entrada la primavera, a partir de la cual la creciente disponibilidad y calidad forrajera contribuyen al desarrollo de una sólida respuesta inmune en animales mayores a un año de edad (Steffan *et al.*, 2012).

Género	Especies más importantes	Localización
<i>OSTERTAGIA</i>	<i>Ostertagia ostertagi</i>	Abomaso
<i>HAEMONCHUS</i>	<i>Haemonchus</i>	
	<i>Haemonchus contortus</i>	
<i>TRICHOESTRONGYLUS</i>	<i>T. axei</i>	Intestino delgado
	<i>T. colibiforme</i>	
<i>COOPERIA</i>	<i>Cooperia oncophora</i>	
	<i>Cooperia ountata</i>	
<i>NEMATODIRUS</i>	<i>N. heventianes</i>	

Figura 3. Ubicación de los principales géneros de nematodos parásitos en el tracto gastrointestinal de los rumiantes. Tomado de Zeineldin *et al*, 2020.

Enfoque alternativo para el control antihelmíntico

Pueden mencionarse distintos factores que remarcan la necesidad de desarrollar enfoques alternativos en el control de nematodos gastrointestinales. Estos incluyen resistencia generalizada a los antihelmínticos dentro de las poblaciones de nematodos y la preocupación de los consumidores por residuos de medicamentos presentes en los productos animales (Heckendorn *et al*, 2006). Además, hay otro factor a mencionar que es el efecto ambiental de algunos antiparasitarios como la ivermectina que se elimina principalmente por materia fecal.

Estos aspectos también son mencionados por Paolini *et al.* (2003), quienes destacan la reducción de productos de síntesis química en alimentos de consumo humano como una demanda creciente de la sociedad y remarcan la necesidad de encontrar alternativas para el control de nematodos gastrointestinales en rumiantes. Los nuevos enfoques para el control sostenible de los nematodos gastrointestinales buscan reducir el número de parásitos a un nivel manejable o modificar su desarrollo biológico y ciclo de vida, en lugar de eliminarlos completamente (Klongsiriwet *et al.*, 2015).

Recientemente, existe un interés mundial en explorar los componentes bioactivos de las plantas y sus componentes secundarios como sustitutos del tratamiento antihelmíntico. Además, existe una perspectiva significativa de utilizar compuestos bioactivos para mejorar la productividad animal, la performance reproductiva, la calidad de la carne y el control de la infestación de parásitos del tracto gastrointestinal. Se ha descrito un número notable de plantas y sus componentes bioactivos con actividad antihelmíntica (especialmente plantas que contienen taninos y saponinas). Si bien los antihelmínticos a base de hierbas eran el principal tratamiento para los nematodos del tracto gastrointestinal antes del avance de los fármacos, su uso suele verse restringido por la comprensión insuficiente de su auténtica eficacia contra parásitos específicos (Zeineldin *et al.*, 2020).

Uso antihelmíntico de plantas bioactivas

A lo largo de muchos años de investigaciones, se ha aprobado científicamente en la práctica veterinaria un gran número de plantas bioactivas con propiedades antihelmínticas en rumiantes, ya sea mediante la administración de extractos de plantas al animal enfermo o el consumo de la planta entera a través de la alimentación. La mayoría de los estudios se han centrado en pequeños rumiantes en condiciones de pastoreo, en las que los animales ingerían plantas recién recolectadas sin ningún procesamiento adicional. La bioactividad presunta se divide en una amplia variedad de clases de compuestos, entre ellos, fenólicos (taninos), lípidos (ácidos grasos), alcaloides y terpenos (aceites esenciales, saponinas y triterpenos glicosilados). De esta forma, en la mayoría de los estudios sobre forrajes bioactivos, se ha postulado que algunos metabolitos secundarios de las plantas, y en particular los taninos condensados, podrían presentar propiedades antiparasitarias y esta hipótesis ha sido corroborada por varios resultados *in vivo* o *in vitro* (Paolini *et al.*, 2005a). Además, tienen potencial para mejorar la respuesta inmune innata del huésped (Klongsiriwet *et al.*, 2015).

Taninos condensados

Los taninos condensados (TC) son oligómeros o polímeros de flavonoles y se clasifican en diferentes subgrupos. Los dos tipos principales de taninos

condensados son las procianidinas (PC), que tienen dos grupos hidroxilo, y las prodelphinidinas (PD), que tienen tres grupos hidroxilo en el anillo B (Figura 4). Los TC se acumulan en las vacuolas de las células en diversos tejidos de muchas especies forrajeras (Kumar y Dutta, 2018). Es importante señalar que la mayoría de los forrajes que contienen TC tienden a contener mezclas complejas de homo y heteropolímeros de PC y PD, los cuales son difíciles de separar. Sin embargo, algunas plantas se especializan en la síntesis de PC o PD específicamente (Klongsiriwet *et al.*, 2015).

El consumo de plantas que contienen TC puede afectar la cantidad de nematodos gastrointestinales y el rendimiento animal de varias maneras que involucran un efecto directo sobre el parásito (Athanasiadou *et al.*, 2001) y un efecto indirecto a través de un mejor suministro de proteínas que se priorizan para la reparación y la respuesta inmune (Niezen *et al.*, 1994).

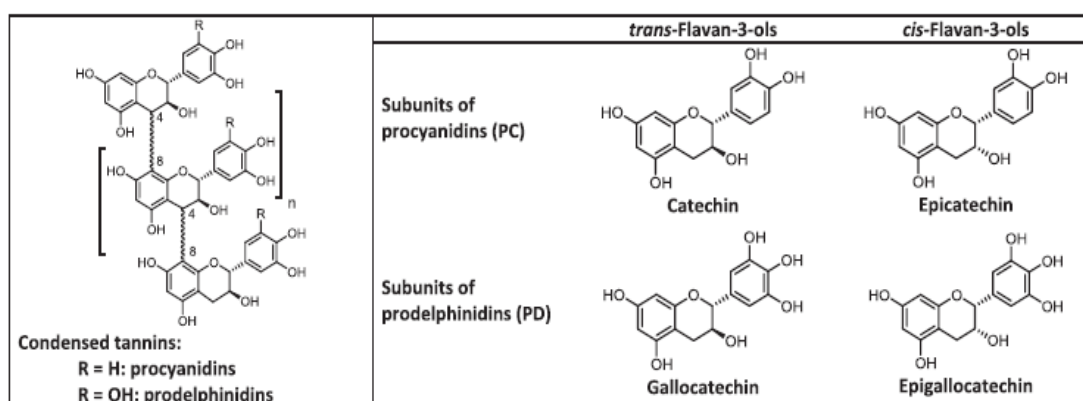


Figura 4. Estructura química de una macromolécula de tanino condensado. Subunidades de procianidinas (PC) y prodelphinidinas (PD). Tomado de Klongsiriwet *et al.*, 2015.

Mecanismo de acción de los taninos

Las plantas que contienen taninos son las plantas bioactivas más utilizadas y sus efectos sobre la infestación parasitaria han sido los primeros en ser explorados entre las plantas bioactivas conocidas (Zeineldin *et al.*, 2020). Los estudios sobre el posible uso de forrajes con alta concentración de taninos suministrados como heno son escasos a pesar de las ventajas que podrían asociarse con esta opción (Paolini *et al.*, 2003), ya que la alternativa de suministrar henos, posibilita el suministro de compuestos bioactivos en cualquier

momento del año, no solo cuando las plantas están en activo crecimiento y, asimismo, poder trasladar el alimento a sitios donde este tipo de forraje no crece. En el ganado ovino, varios estudios han demostrado que el consumo de forrajes de leguminosas ricos en taninos se asoció con efectos positivos en la resiliencia del huésped y la resistencia a la infección parasitaria (Paolini *et al.*, 2005a).

Los mecanismos biológicos de acción de los TC para eliminar parásitos pueden variar de una planta a otra. Se han sugerido dos mecanismos de acción principales diferentes (Zeineldin *et al.*, 2020). En primer lugar, las plantas que contienen taninos podrían actuar indirectamente, mejorando la reacción del huésped a los parásitos. En vista de su capacidad de restricción de proteínas, los taninos pueden prevenir la rotura de proteínas en el rumen y aumentar la absorción de aminoácidos por el intestino delgado, lo que mejora así la homeostasis del huésped y modula la respuesta inmunitaria del huésped contra diferentes parásitos. En segundo lugar, un mecanismo directo, en el que, las plantas que contienen taninos mostraron diferentes potenciales antihelmínticos en sí mismas y afectan varios procesos biológicos claves de los parásitos. Además, las variaciones entre las estructuras anatómicas del intestino y las diferentes condiciones prevalecientes del tracto gastrointestinal podrían desempeñar un papel crucial en la respuesta de los parásitos a las plantas bioactivas (Zeineldin *et al.*, 2020).

La concentración ideal de TC en las leguminosas forrajeras sería de 15 a 40 g/kg de MS, nivel en el cual se unen a las proteínas de la dieta durante la masticación y protegen la proteína del ataque microbiano en el rumen (Barry y McNabb, 1999. Dey *et al.*, 2008). Las procianidinas forman complejos con proteínas que son estables en el rango de pH de 3,5 a 7,0, pero se disocian en el abomaso (pH por debajo de 3,5) y el duodeno anterior (Getachew *et al.*, 2000). La complexación protege a las proteínas de la hidrólisis y desaminación microbiana en el rumen y aumenta la disponibilidad de proteínas del alimento para la digestión y más aminoácidos son absorbidos post-ruminalmente (Kumar y Dutta, 2018).

De acuerdo con Heckendorn *et al.* (2006), el sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), en forma de heno o silaje, conserva sus propiedades nematocidas. Esto se debe a que, aun como forraje conservado, concentra en su composición un 3,2% de TC (Paolini *et al.*, 2005b). Por otro lado, Costes Thiré *et al.* (2018) reporta valores entre 2,16 y 4,06 % de taninos condensados en materiales de sainfoin peletizados. De esta manera, la hipótesis planteada en este estudio es que la ingesta de TC a través del consumo de henos de Sainfoin podría disminuir la carga parasitaria y aumentar la eficacia antihelmíntica en bovinos con respecto al consumo de forrajes sin TC como el heno de alfalfa.

OBJETIVO

Evaluar la eficacia antihelmíntica, desempeño animal y parámetros sanguíneos en terneros de destete, naturalmente infectados con nematodos gastrointestinales consumiendo heno de sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) o alfalfa (*Medicago sativa*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

La presente experimentación se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) de INTA Bordenave, ubicada en el SO de la provincia de Buenos Aires, partido de Puan ($37^{\circ}45'45,62''\text{S}$, $63^{\circ}05'07,50''\text{O}$; Figura 5).



Figura 5. Ubicación de la EEA INTA Bordenave (Imagen tomada de Google Earth).

Diseño experimental y animales

Dieciséis terneros (8 machos y 8 hembras) de entre 6 a 8 meses de edad de la raza Aberdeen Angus fueron seleccionados por peso y nivel de infestación parasitaria inicial (número de huevos por gramo de heces) de un total de 65 animales el día 18/03. Los animales no recibieron ningún control con antiparasitarios sintéticos previo a la selección y se encontraban naturalmente parasitados. Los mismos, fueron asignados aleatoriamente a dos tratamientos de 8 individuos, asignándose 4 hembras y 4 machos en cada uno. Ambos grupos tuvieron un nivel de infestación parasitaria inicial promedio de 329 ± 79 HPG ($p=0,6717$) y un peso vivo inicial de 178 ± 22 kg PV ($p=0,6618$).

Los tratamientos fueron:

- T1 (testigo): alimentación *ad libitum* a base de heno de alfalfa.
- T2: alimentación *ad libitum* a base de heno de sainfoin + 500 gr/día de expeller de soja.

Para identificar los animales de sus respectivos tratamientos, se utilizó una caravana color rojo para los terneros del T1, correspondiente a consumo de heno de alfalfa y de color amarillo para T2, correspondiente a consumo de heno de sainfoin.

Los terneros de cada tratamiento fueron colocados aleatoriamente en 16 corrales individuales contiguos de 30 m² de superficie c/u (un animal por corral) en un diseño completamente aleatorizado (Figura 6). Los animales tuvieron acceso continuo al agua a razón de 1 bebedero cada 2 corrales, y a comederos individuales donde se suministró el alimento. Los corrales fueron electrificados mediante una batería abastecida por una pantalla solar (Figura 7). Asimismo, los corrales fueron identificados mediante una chapa metálica con el color de tratamiento y número de la caravana del animal correspondiente (Figura 8). Por otro lado, frente a los corrales individuales, se ubican las instalaciones de corrales y manga utilizadas para realizar las distintas determinaciones en los animales. La misma cuenta con techo y cortina vegetal para proveer sombra en verano, 6 corrales de aparte de 15 x 20 metros, 1 corral de encierre, embudo manga, brete apretador, puertas de aparte y bascula para realizar pesadas (Figura 9).

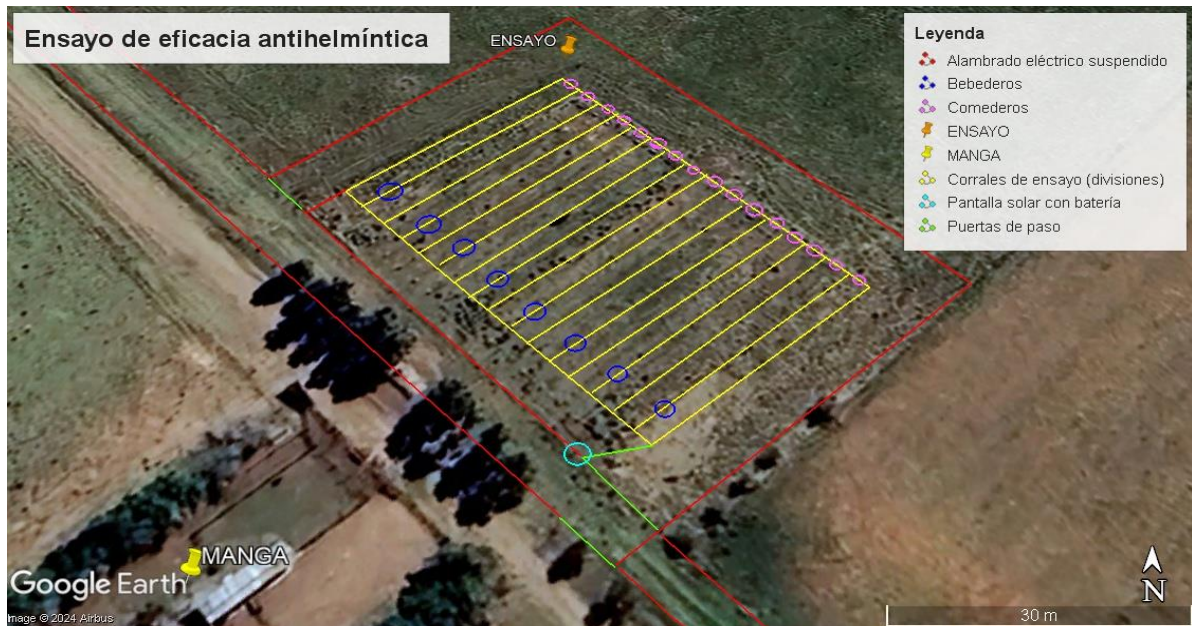


Figura 6. Croquis con la ubicación de los corrales del ensayo dentro de la EEA Bordenave.



Figura 7. Pantalla solar para electrificación



Figura 8. Corrales y animales con identificación por tratamiento (colores rojo y amarillo) y por número de corral.



Figura 9. Manga techada para uso en los distintos procedimientos con el ganado (pesada, muestreo de heces para HPG, etc.).

Manejo diario del ensayo

Se realizó un período de acostumbramiento de 17 días para que los animales se adapten a los tratamientos suministrados, ofreciéndose el alimento una vez por día. Posteriormente se inició el período experimental el cual tuvo una duración de 49 días entre el 05/04 y el 24/05. El suministro de heno se realizó 2 veces al día asegurando una condición de consumo *ad libitum* (remanente diario \geq al 20%). El T2 fue suplementado con 600 g diarios de expeller de soja por animal, en el mismo comedero en conjunto con el heno, para que ambos tratamientos sean isoproteicos.

Determinaciones:

Composición química de los alimentos suministrados

Se realizó un muestreo al inicio (12/03) y al final (06/05) del periodo experimental sobre los alimentos ofrecidos (heno de alfalfa, heno de Sainfoin y expeller de soja). Se buscó asegurar representatividad descartando la capa externa de los rollos. Para cada tratamiento se tomó una muestra compuesta como puede observarse en la imagen (Figura 10A). Se determinó el peso fresco pesando 2

submuestras de 300 g cada una en una balanza electrónica de precisión para ambos henos. Las 4 submuestras fueron secadas en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 hs o hasta peso constante (Figura 10B). Posteriormente se determinó el peso seco de la muestra y por diferencia entre el peso fresco y el peso seco se calculó el porcentaje de la materia seca. Luego las muestras se molieron a partículas de 2 mm de diámetro utilizando un molino Wiley (Standard Model 4, Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA; Figura 11A y 11B) y se realizaron los siguientes análisis:

- Proteína Bruta (PB= g N/100 g MS x 6.25) mediante técnica macro-Kjeldahl (AOAC, 1990).
- Fibra Detergente Neutro (FDN); Fibra Detergente Ácido (FDA) y Lignina (LDA) mediante analizador ANKOM (Ankom Technology, Fairport, New York, USA) siguiendo el método propuesto por Van Soest et al. (1991).
- Digestibilidad de la MS mediante técnica *in vitro* siguiendo los procedimientos propuestos por Tilley y Terry (1963).
- Carbohidratos no estructurales solubles (CNES)



Figura 10. A. Muestra del heno ofrecido tomada para análisis de composición química. B. Estufa de aire forzado utilizada para el secado.



Figura 11. A. Molino para moler muestras destinadas a análisis de laboratorio. **B.** Muestras molidas de oferta de heno de alfalfa (T1) y heno de sainfoin (T2).

La composición química de los alimentos suministrados se observa en la Tabla 1.

La composición química de los alimentos suministrados se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Composición química de los alimentos utilizados en el experimento.

Variable	Marzo		Mayo		Expeller de soja
	Alfalfa	Sainfoin	Alfalfa	Sainfoin	
MS, %	83,9	90,6	90,8	87,1	98,2
PB, %	19,1	12,9	19,2	12,8	42,1
FDN, %	41,4	52,0	46,3	51,2	18,1
FDA, %	28,7	37,3	30,7	36,1	8,7
LDA, %	7,5	11,9	8,1	11,1	1,3
DMS, %	64,6	57,2	63,1	58,3	89,2
Energía, Mcal EM/kg MS	2,3	2,1	2,3	2,1	3,2
CNES, %	2,0	6,1	4,9	5,2	--

MS: materia seca; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; LDA: Lignina ácido detergente; DMS: Digestibilidad de la materia seca.

Consumo

El consumo voluntario diario se determinó en 2 periodos de 5 días consecutivos cada uno. La primera evaluación fue desde el 8 al 13 de abril y la segunda desde el 5 al 10 de mayo. La oferta de heno fue dividida en 2 entregas diarias dado que la capacidad de los comederos impedía que se suministre la totalidad del forraje en una sola vez. Para realizar las determinaciones se tomó el peso fresco “tal cual” del alimento ofrecido diariamente a la misma hora (9:00 y 14:00 h) y se pesó el remanente al día siguiente previo a la entrega del nuevo alimento.

Para pesar el alimento ofrecido y el remanente se utilizó una balanza electrónica sujeta a un trípode y abastecida por una batería (Figura 12). Todos los días se tomaron muestras del alimento ofrecido y el remanente de cada comedero y se confeccionó una muestra compuesta de 300 g para cada tratamiento (Figura 13 A). Las mismas fueron secadas en estufa de aire forzado a 105 °C durante 24 h para la determinación del porcentaje de materia seca (MS) (Figura 13B). Posteriormente este valor fue utilizado para determinar el peso seco del alimento ofrecido diariamente a cada animal y el peso seco del remanente. El consumo se determinó mediante la diferencia entre el peso seco del alimento ofrecido y el remanente luego de un periodo de 24 h desde la primera entrega de alimento.

Asimismo, se estimó el consumo de PB/d en los diferentes tratamientos multiplicando el consumo diario de heno por su valor de PB. Asumiendo que la MS rechazada tiene el mismo contenido de PB que la MS ofrecida. En el caso del T2 se sumó el aporte proteico de los 500 g/d de MS de expeller de soja.



Figura 12. Balanza electrónica utilizada en las mediciones de consumo del ensayo.



Figura 13. A. Peso de submuestra de remanente para determinación de materia seca (MS). B. Estufa de aire forzado utilizada para secado de muestras de remanente.

Desempeño animal:

Evolución del peso vivo y ganancia diaria de peso

El 5 de abril se pesaron todos los animales en forma individual para obtener el peso inicial de la fase experimental (0 día), luego se realizó una pesada intermedia el 26 de abril y una última pesada al final del experimento el día 24 de mayo (Peso final). Los pesajes se realizaron a las 9:00 hs, con 18 hs de desbaste, y se utilizó, en todos los casos, una báscula individual fija ubicada en la manga (Figura 14). Los valores de ganancia diaria de peso (GDP) se estimaron haciendo la diferencia entre el peso final y el peso inicial luego de un periodo de 49 días de ensayo.



Figura 14. Balanza para pesaje individual utilizada para determinar el peso de los terneros.

Eficiencia de conversión alimenticia

La eficiencia de conversión alimenticia (ECA) se obtuvo calculando el cociente entre el consumo (kg/d) de cada animal y su ganancia de peso (kg/d).

Muestreo de heces y determinación de la infestación parasitaria

Las muestras de heces fueron tomadas directamente del recto de cada animal introduciendo una bolsa de nylon de 20x30 cm en el recto para provocar una estimulación suave de la pared superior en los últimos 5 cm del recto. De esta forma, se induce el reflejo de la defecación, durante no más de 30 segundos. Se tomó una muestra individual de alrededor de 20 g de heces, identificando la bolsa con el número del animal y manteniéndola refrigerada hasta su procesamiento (Figura 15).



Figura 15. Muestra de heces de 20g donde cada bolsita corresponde a un animal

El muestreo inicial se realizó el día 18/03. Posteriormente durante el periodo experimental, se realizaron 3 muestreos de heces sucesivos cada 21 días, los días 05/04; 26/04 y 24/05. Para ello, los animales se trasladaron a la manga el día anterior. La determinación de la infestación parasitaria inicial (Huevos de parásitos por gramo de heces; HPG) se llevó a cabo en el laboratorio mediante la técnica de MCMASTER modificada, la cual se basa en un principio de flotación. Se tomó una submuestra de 3 g de heces (equivalente a un volumen de 3 cm³), pesada con balanza de precisión y se disolvió en 57 cm³ de una solución azucarada sobresaturada mezclando vigorosamente, constituyendo una dilución 1/20. Los huevos tienden por flotación a separarse del resto de la materia fecal y mediante una pipeta se extrajeron 2 ml de la

parte media de la solución y se colocaron en una cámara de MCMASTER graduada, que cuenta con 4 retículos de 0,5 ml cada uno, para hacer luego el recuento de huevos en el microscopio (Figura 16). El número de huevos que se obtiene en el conteo se multiplicó por un factor de corrección de 20 para expresarlo en huevos por gramo de heces (Fiel *et al*, 2011), ya que se usaron dos retículos de la placa por animal. El mismo procedimiento se aplicó para cada fecha de muestreo.

Eficacia antihelmíntica

Para la determinación de la eficacia antihelmíntica se utilizó el test de reducción de huevos donde el porcentaje de eficacia es obtenido considerando el recuento de HPG antes de aplicar el tratamiento y el obtenido después (eficacia A/D) para ambos tratamientos. El método se basa en la siguiente expresión matemática (Young *et al.*, 1999):

$$\text{Reducción de HPG (\%)} = [(\text{Media HPG a.t.} - \text{Media HPG p.t.}) / \text{Media a.t.}] * 100$$

Donde:

Media HPG a.t. = HPG promedio correspondiente al día 18 de marzo (-18 días), antes de iniciar la fase experimental.

Media HPG p.t. = HPG promedio correspondiente a cada tratamiento a 0, 21 y 49 días de iniciada la fase experimental.

La ecuación anterior considera los valores medios de HPG de cada tratamiento antes y después de aplicados los mismos, estableciendo una correlación entre ellos. De esta forma, se puede obtener el porcentaje de reducción de HPG (Chocobar, 2020).



Figura 16. Cámaras de MCMASTER para recuento de HPG de nematodos parásitos mediante técnica de flotación.

Cultivo de nematodos

Para este ensayo, se aplicó la técnica de Henriksen y Korsholm (1983) descrita en Fiel *et al.* (2011) y como material inerte se utilizó telgopor granulado. Se cultivó a 26° C durante 14 días, y la recuperación se realizó por la técnica de aislamiento de Baerman con servilleta. Además, se realizaron coprocultivos individuales de cada uno de los 16 animales que conformaron los dos tratamientos que se relacionaron con los conteos de HPG individuales para los análisis de eficacia de géneros. La identificación de los géneros helmínticos se realizó según las claves descritas por Niec (1968).

Parámetros sanguíneos

Al finalizar el periodo experimental luego de 49 días de ensayo el día 24 de mayo se realizó la extracción de sangre por punción yugular de todos los animales, los que fueron sujetados en el cepo de la manga (Figura 17). Las muestras fueron colocadas en doble tubos individuales debidamente rotulados (Figura 18) y trasladadas refrigeradas hasta el laboratorio para realizar los siguientes análisis: Hematocritos (Ht), Proteínas Totales (PT), Albúmina (Alb), Urea (U), Calcio (Ca) y Fósforo (P).



Figura 17. Toma de muestras de muestras de sangre a los terneros utilizados en el ensayo mediante sangrado desde la vena yugular externa.

Las muestras para la determinación de los hematocritos se tomaron en tubos con anticoagulante (heparina sódica). Las muestras para realizar el resto de los análisis se colocaron en tubos sin heparina, que luego de la coagulación se centrifugaron a 3000 rpm por 30 minutos a temperatura ambiente. Se extrajo el suero y congeló hasta ser enviado al laboratorio de bioquímica de la EEA INTA Balcarce para realizar las determinaciones. Los valores de Proteínas Totales, Albúmina, Urea, Calcio y Fósforo fueron determinados mediante técnica de espectrofotometría. Los valores de hematocritos se obtuvieron mediante técnica de centrifugación simple en tubo a 3000 rpm durante 20 minutos (Figura 19) y haciendo la relación entre el volumen de elementos globular (rojo) y el volumen de sangre total.



Figura 18. Tubos de muestras de sangre rotulados para evaluación de hematocritos y para las variables Proteína Total, Albúmina, Urea, Calcio y Fósforo.



Figura 19. Centrifuga utilizada a 3000 rpm para la determinación de hematocritos en los animales del ensayo.

Análisis estadísticos

Los valores peso vivo, GDP, consumo, ECA y parámetros sanguíneos se analizaron mediante ANOVA simple. Las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p < 0,05$). Los valores de HPG, sin ser transformados, se sometieron a un ANOVA doble (*Fechas x Alimento*). Los valores de la eficacia antihelmíntica total y

por géneros taxonómicos de nematodos se analizaron mediante test no paramétrico de Kruskal Wallis, utilizando software estadístico INFOSTAT (Di Rienzo, 2008).

RESULTADOS

Desempeño animal

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos respecto al desempeño de los animales. No se hallaron diferencias en el consumo de materia seca (kg/d) ni en la GDP entre ambos tratamientos ($p > 0,05$). Sin embargo, el consumo de PB (kg PB/d) fue mayor en los animales del T1 ($p < 0,01$). Se observa una tendencia ($p = 0,08$) en los animales consumiendo sainfoin a presentar un mayor consumo total de MS y una menor ECA.

Tabla 2. Peso vivo (kg), ganancia diaria de peso promedio (kg/d) y consumo de materia seca (kg/d) de terneros alimentados con rollos de alfalfa o sainfoin ($n=8$).

Variable	Tratamientos		p-valor	EEM
	T1	T2		
PV inicial, kg 5/4/2024	178,1	173,1	0,6618	7,91
PV final, kg, 24/5/2024	209,4	199,9	0,4764	9,18
GDP, kg/d	0,64	0,55	0,2031	0,05
<i>Consumo</i>				
Dieta total, kg MS/d	6,04	6,21	0,6463	0,27
Dieta total, %PV	3,29	3,53	0,0868	0,09
Expeller soja, kg MS/d	--	0,50	--	--
Heno, kg MS/d	6,04	5,71	0,4135	0,27
Heno, %PV	3,29	3,24	0,7032	0,09
Proteína Bruta, kg/d	1,16 a	0,94 b	0,0075	0,05
ECA	9,92	11,5	0,0864	0,6

a, b: Tratamientos con letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$). PV: Peso vivo; GDP: Ganancia diaria de peso; ECA: Eficiencia de conversión alimenticia; EEM: Error estándar de la media. T1: alimentación *ad libitum* a base de heno de alfalfa. T2: alimentación *ad libitum* a base de heno de Sainfoin + 500 gr/día de expeller de soja.

Eficacia antihelmíntica

Los valores promedio de infestación parasitaria (HPG) para cada tratamiento en las diferentes fechas de muestreo se observa en la Figura 20. La interacción *Tratamiento x Fecha* no fue significativa ($p > 0,05$), tampoco se hallaron diferencias entre los dos tratamientos utilizados ($p = 0,5666$) a lo largo de las diferentes fechas de muestreo. Mientras que, se encontró un efecto altamente significativo entre fechas de muestreo ($p < 0,01$). Se encontró una disminución progresiva del nivel de infestación parasitaria a lo largo del periodo experimental.

Los resultados obtenidos en la evaluación de la eficacia antihelmíntica antes/después de aplicados los tratamientos se observan en la Tabla 3. No se hallaron diferencias entre los tratamientos para ninguno de los tres períodos evaluados ($p>0,05$).

En la Figura 21 se observan los valores de HPG totales y por género de parásitos cuantificados en cada fecha de muestreo. El recuento de número de huevos/g heces comparando ambos tratamientos fue similar ($p>0,05$) para todos los géneros hallados en cada fecha de muestreo. De forma aislada, se observó un menor número de huevos de *Haemonchus* en los animales consumiendo alfalfa solo en la fecha 26/04 ($p<0,05$).

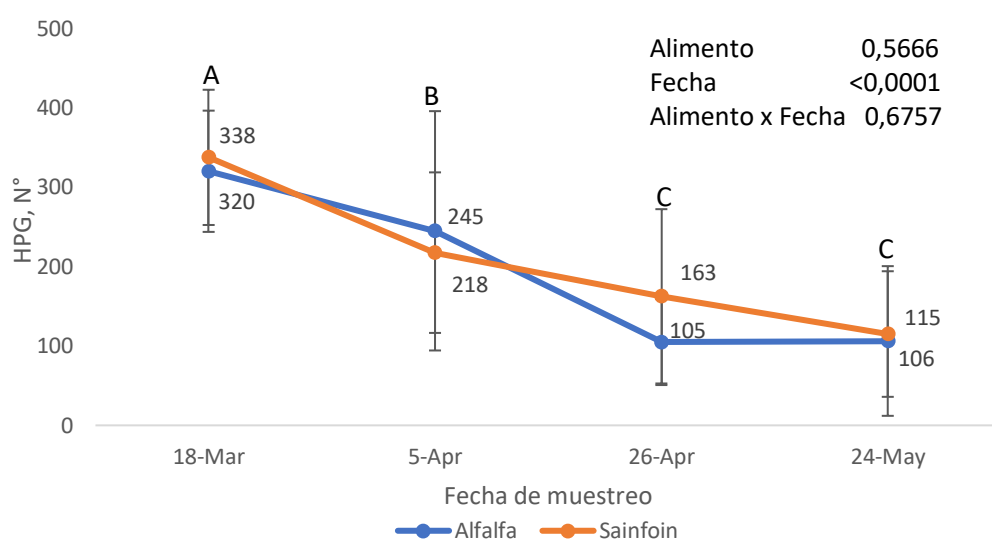


Figura 20. Valores medios y desvío estándar del número de huevos por gramo de heces (HPG) en función de cada fecha de muestreo. Valores medios con una letra mayúscula distinta entre fechas de muestreo son significativamente diferentes ($p<0,01$).

Tabla 3. Valores de eficacia antihelmíntica antes/después (A/D) en terneros alimentados con rollos de alfalfa o sainfoin ($n=8$).

Variable	Tratamientos		p-valor	EEM
	T1	T2		
A/D Eficacia, % (05/04/24)	24,1	36,1	0,7416	13,3
A/D Eficacia, % (26/04/24)	67,5	52,5	0,3420	8,9
A/D Eficacia, % (24/05/24)	66,0	66,1	0,8176	9,4

A/D Eficacia: La eficacia de cada fecha de muestreo indica la reducción porcentual del número de huevos de parásitos/gramo de heces respecto al nivel de infestación registrado al inicio de la fase de acostumbramiento (18/03). T1: alimentación ad libitum a base de heno de alfalfa. T2: alimentación ad libitum a base de heno de Sainfoin + 500 gr/día de expeller de soja. EEM: Error estándar de la media.

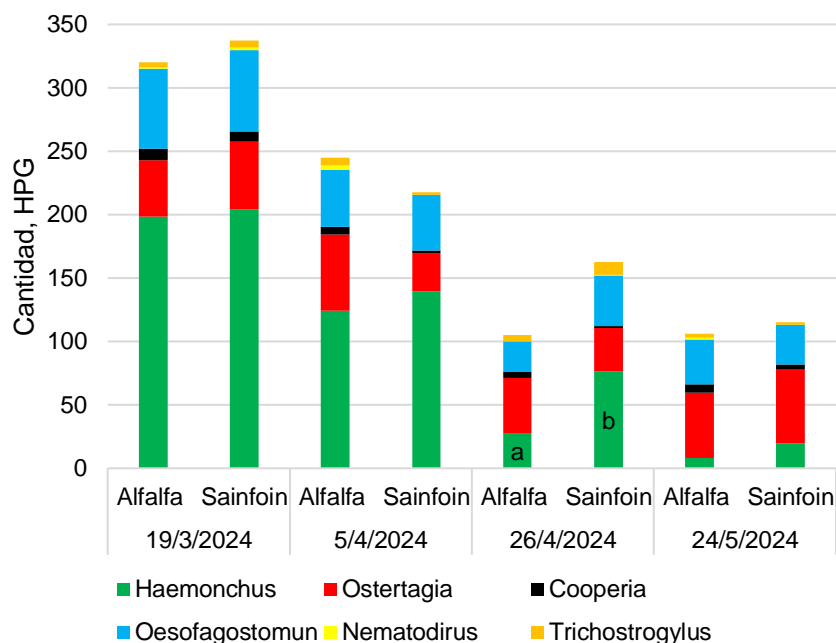


Figura 21. Valores totales y por genero de parásito para cada tratamiento expresados en huevos por gramo de heces (HPG) hallados en cada fecha de muestreo.

Parámetros sanguíneos

Los parámetros determinados en las muestras de sangre se observan en la Tabla 4. Para hematocrito, urea, calcio y fósforo no se hallaron diferencias entre los tratamientos ($p > 0,05$). En cambio, los valores de albúmina y proteínas totales fueron mayores en los animales del T1 respecto a T2 ($p < 0,05$).

Tabla 4. Parámetros sanguíneos obtenidos en terneros alimentados con rollos de alfalfa o sainfoin ($n=8$).

Variable	Tratamientos			EEM	Valor de Referencia*
	T1	T2	p-valor		
Hematocrito, %	46,3	45,2	0,6008	1,44	24 - 46
Proteína Total, g/100ml	6,39 a	5,16 b	0,0129	0,31	6,7 - 7,5
Albumina, g/100ml	3,27 a	2,80 b	0,0257	0,14	3 - 3,5
Urea, mg/100ml	31,46	37,79	0,0976	2,52	20 - 40
Calcio, mg/100ml	6,79	6,16	0,2069	0,33	9,5 - 12,5
Fósforo, mg/100ml	8,72	8,38	0,4859	0,33	3,5 - 7,5

a, b: Tratamientos con letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$). T1: alimentación ad libitum a base de heno de alfalfa. T2: alimentación ad libitum a base de heno de Sainfoin + 500 gr/día de expeller de soja. EEM: Error estándar de la media

*Valores de Referencia: Hematocrito tomado de Merck (2024); Proteína, Albumina, Urea, Calcio y Fosforo: Laboratorio de EEA INTA Balcarce.

DISCUSIÓN

Desempeño animal

La mayor parte de los estudios recopilados de la bibliografía, donde se evalúan las variables de desempeño animal y control de parásitos, utilizando dietas con o libres de taninos se realizaron sobre rumiantes menores, como cabras y corderos. Por lo tanto, los resultados del presente estudio resultan novedosos porque se trata de bovinos, con la particularidad que se utilizaron aquellos naturalmente infectados con nematodos gastrointestinales y en sistemas de alimentación a corral.

Max *et al*, (2005) menciona una disminución en el consumo de alimento y otros cambios, como el aumento en el contenido de agua en las heces, al incorporar distintos niveles de TC de quebracho (0-80 g/kg) en un ensayo realizado en corderos. Algunos trabajos mencionan que los taninos por encima de 50 g/kg de MS pueden convertirse en un factor antinutricional en el material vegetal con el que se alimenta a los rumiantes y pueden tener un efecto adverso en la ingesta o la función del rumen (McLeod, 1974; Wang *et al.*, 1996). Según Barry y McNabb, (1999), los taninos tienden a afectar el valor nutritivo de los alimentos para rumiantes al reducir la ingesta voluntaria de alimento y la digestibilidad. La reducción de la ingesta podría deberse a la disminución de la palatabilidad del alimento provocado por el sabor astringente que transfieren los TC. Con respecto a esto último existen varios trabajos en donde se plantea la teoría de la presencia de taninos en las plantas como mecanismo de defensa contra la herbivoría (Barry y Ducan, 1984; Waghorn *et al.*, 1994). En el presente estudio no se observó una disminución en el consumo voluntario de heno de Sainfoin (especie con presencia de TC) con respecto al heno de alfalfa (especie sin TC). Si bien resta analizar en laboratorio la concentración de TC en el Sainfoin utilizado en el presente estudio, se notó que no fue suficiente para provocar una reducción en la ingesta de MS como se menciona en otros trabajos.

Existen también otros estudios (Paolini *et al*, 2005a) en donde se han observado mayores consumos en cabras alimentadas con heno de sainfoin respecto de un heno de raigrás, pero este resultado podría deberse a que, en general, las leguminosas son digeridas más rápidamente que las gramíneas por los rumiantes,

aumentando la tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal e incrementando el consumo (MacAdam *et al.*, 2022).

Respecto al consumo de PB/d observamos que las dietas no fueron realmente isoproteicas, como se propuso inicialmente, ya que los animales en T1 consumieron un 23% más de PB/d que los animales del T2 ($p < 0,05$). Aunque es una estimación que puede estar sesgada por algún error de cálculo debido a que no se analizó el contenido de PB de los rechazos.

En cuanto a la respuesta productiva existe amplia evidencia en la bibliografía de que el consumo de forrajes con moderadas concentraciones de TC podría tener efectos benéficos sobre las ganancias de peso en rumiantes (Wang *et al.*, (1996); Terrill *et al.*, (1992) y Dey *et al.*, (2008),). En un estudio en corderos el consumo de *L. corniculatus* resultó en una mayor ganancia de peso vivo (203 vs. 185 g/d) y peso de carcasa (78,7 vs. 67,7 g/d) comparada con corderos que pastoreaban alfalfa (Wang *et al.*, 1996). Asimismo, Terrill *et al.*, (1992) y Dey *et al.*, (2008), hallaron que corderos alimentados con niveles moderados de TC en la dieta mostraron una mejora significativa en el crecimiento corporal y el peso de la carcasa. El efecto positivo del consumo de TC sobre la respuesta productiva podría estar asociado a que afectan el metabolismo proteico, precipitando las proteínas provenientes de la ingesta, y aumentando su pasaje hacia el intestino delgado donde son absorbidas (Otero e Hidalgo, 2004). Asimismo, se observó que para la especie (*Lotus corniculatus*) con una concentración 2,2% de taninos en la dieta, los TC aumentaron la absorción de aminoácidos esenciales en un 60%, disminuyendo en un 10% a la absorción de los no esenciales (Waghorn y col. 1997, Montossi y col. 1997). La interacción de los TC con proteínas y carbohidratos, que ocurre en el rumen puede comprenderse con el concepto de "taninos libres". Este concepto se define como: la cantidad de taninos que, sometidos a elevados niveles de centrifugación, no precipitan. La formación de los complejos Taninos-Proteínas ocurre hasta un punto de saturación, a una concentración de TC por encima del 90%, la adición de más taninos no favoreció la formación de más complejos. Esto ocurrió con las proteínas de la ingesta proveniente de un pastoreo de *Lotus sp.* (Barry y Mc Nabb 1999).

Sin embargo, en nuestro estudio no se observaron diferencias significativas en las ganancias de peso entre ambos tratamientos, al igual que los resultados obtenidos

por Arroyo-López *et al.*, (2014) donde corderos alimentados con heno de sainfoin o heno de alfalfa como control, mostraron ganancias diarias de peso similares entre ambas dietas. Asimismo, Costes Thiré *et al.*, (2018) en un ensayo con dos grupos de corderos (uno parasitado con *H. contortus* y otro sin parasitar) a los que se les suministró pellet de sainfoin de dos concentraciones de TC distintas (baja y moderada) encuentran que se obtiene una mayor ganancia de peso para los corderos no parasitados, pero sin encontrar efecto entre diferentes concentraciones de taninos. Esto concuerda con lo hallado por Minho *et al.*, (2008), quien no observó diferencias significativas en ganancia de peso cuando a corderos infectados con *H. contortus* y *T. colubriformis*, se les incorporo a la dieta un extracto de TC de *Acacia molissima* respecto de una dieta control sin taninos.

Sobre bovinos en etapas finales de terminación, un estudio realizado en el sudoeste bonaerense mostró que, en el verano, las ganancias de peso fueron 27% mayor en animales que pastorearon alfalfas puras en comparación con pastoreos de pasturas de sainfoin (Arroquy, 2024). Sin embargo, un estudio *in situ* en bovinos muestra que los parámetros de degradabilidad ruminal (“a”, “b” y degradabilidad efectiva) para diferentes gramíneas y leguminosas en novillos consumiendo pasturas de alfalfa vs sainfoin fueron similares (Menghini, 2024). Por lo tanto, las diferencia en ganancias de peso al pastoreo pueden deberse a una diferencia en la ingestión total de nutrientes. En el presente estudio, la adición de expeller de soja a la dieta con heno de sainfoin puede haber contribuido a corregir en parte esta deficiencia e igualar la ganancia de peso entre tratamientos.

Por lo expuesto es probable que tanto la concentración de taninos en la dieta como el tipo de taninos condensados que predomine en el forraje consumido (prodelfinidinas o procianidinas) afecte la respuesta animal y explique la variación en los resultados hallados en la literatura científica.

Efecto antihelmíntico del consumo de sainfoin

Los valores de eficacia antihelmíntica se interpretan como el descenso porcentual de HPG total después de iniciado el ensayo respecto del valor inicial. De acuerdo con Dash, (1988), al evaluar la eficacia antihelmíntica el criterio importante

es la reducción de huevos en el conjunto de individuos. Por lo tanto, la estimación de la tasa de reducción de huevos de parásitos en heces más adecuada sería la que deriva de la diferencia entre los promedios o medias aritméticas de los recuentos totales previo al inicio del ensayo y al finalizar el mismo. Otra razón de la utilización de la eficacia, como información del sistema, es que los resultados obtenidos pueden compararse directamente en diferentes regiones y laboratorios. Además, aunque el dato promedio puede sobreestimar el recuento de HPG, reduce el riesgo de inducir una sensación falsa de seguridad en el control antihelmíntico (Dash, 1988).

Los datos hallados en el presente estudio respecto de la eficacia antihelmíntica se contrastan con los hallados por Heckendorn *et al.* (2006) en corderos, donde encontraron una disminución en HPG utilizando heno de sainfoin a partir del décimo día de suministro respecto de un heno control de raigrás y trébol. En el estudio de Heckendorn *et al.* (2006), luego de 16 días de alimentación *Haemonchus contortus* se redujo en 58% para el tratamiento de heno de sainfoin respecto a los controles. A partir del tercer día de suministro de heno de sainfoin también se obtiene una reducción significativa en el conteo de huevos de *Cooperia curtisei*. Asimismo, los HPG en los tratamientos de raigrás y trébol se redujeron a una menor tasa respecto del tratamiento de sainfoin. Por otro lado, Paolini *et al.* (2003), utilizando cabras, con heno de sainfoin y heno de gramíneas como control, encontró una disminución de HPG con el heno de sainfoin que persistió en el tiempo.

Según la gran mayoría de los estudios publicados en la literatura sobre el efecto antihelmíntico de los forrajes ricos en taninos, los mismos podrían representar una alternativa a los antihelmínticos convencionales tanto en caprinos como en ovinos. Estos estudios también sugieren que el efecto antihelmíntico de estos forrajes taníferos persiste en el material henificado. En este sentido, Paolini (2005b), también reporta una reducción del 33% de larvas, cuando se comparan cabras alimentadas con heno de sainfoin versus heno de raigrás. Arroyo-López *et al.* (2014), observó un 68% y un 42% menos de HPG a los 42 y 63 días respectivamente, en corderos consumiendo heno de sainfoin vs henos de alfalfa.

Por otro lado, Paolini (2005b) plantea que *in vivo*, los complejos proteína-tanino pueden no ser alterados en el abomaso de los rumiantes y, en consecuencia, se diluye el efecto sobre el control de parásitos.

Por último, también se ha especulado con que para observar algún efecto nematocida con la ingesta de forrajes con taninos, es necesario una exposición prolongada. En este sentido, Niezen *et al.*, (1994), necesitó solo un periodo de 42 días para observar una reducción del 90% en la carga de gusanos adultos de *Teladorsagia circumcincta* cuando suministro sulla a corderos. En nuestro estudio, el tiempo de exposición de los terneros al forraje con taninos (sainfoin) fue en total de 67 días, y a pesar de todo este tiempo no se observaron diferencias con respecto al tratamiento sin taninos (alfalfa).

En este trabajo tampoco se hallaron diferencias significativas en la eficacia sobre géneros de parásitos en particular. Los géneros *Ostertagia* y *Cooperia*, son de importancia en la producción bovina y cabe destacar el resultado no significativo para ambos tipos de dietas. En nuestro estudio ocho repeticiones puede ser un número insuficiente para encontrar posibles diferencias entre los géneros de parásitos, incluso los parásitos no tienen una distribución normal entre la población de los animales huésped. Esto hace que resulte complejo el análisis de este tipo de variables en estudios con bovinos. No obstante, la Figura 21 se muestra con la intención de describir epidemiológicamente la composición de géneros y su distribución en cada fecha de muestreo. Se observa que independientemente del alimento recibido, en ambas dietas el conteo de HPG fue progresivamente en disminución.

En nuestro estudio se observa una reducción paulatina de la carga parasitaria (HPG) a medida que avanza el periodo experimental, pero no se observan diferencias entre los tratamientos para ninguna fecha de evaluación ni género en particular. Tal vez una posible explicación a la falta de efecto antihelmíntico del sainfoin sería una baja concentración de taninos condensados en el heno utilizado para el ensayo (falta evaluar), o bien no se encuentran efectos antihelmínticos en bovinos con una carga parasitaria inicial de 300 a 400 HPG. No se han hallado otros trabajos en la literatura utilizando bovinos para contrastar nuestros resultados.

A futuro una alternativa de estudios puede ser estudiar el efecto de ambas dietas sobre animales artificialmente parasitados con altas cargas de larvas en estadio L3.

Parámetros sanguíneos

En cuanto a los parámetros sanguíneos se observa que la proteína total y albúmina en la dieta de sainfoin está levemente por debajo de los valores de referencia a pesar de corregir el contenido proteico en las dietas de los animales que consumieron heno de sainfoin. La albúmina y las proteínas totales tienen una baja variabilidad en la sangre, por lo que ambas tienen un alto valor diagnóstico en la evaluación del estado nutricional del ganado de carne (Ndlovu *et al.*, 2007). Deficiencias en estas variables pueden deberse a múltiples causas. Una de ellas podría ser una baja concentración de proteína en la dieta, una leve deficiencia de energía que se requiere para la síntesis de proteínas hepáticas, como la albumina, aunque también una baja calidad de proteína o un desequilibrio de aminoácidos pueden llevar a una disminución en la producción de albumina.

En este trabajo, el no haber encontrado diferencias entre los tratamientos respecto a los niveles de urea se contradice con lo reportado en otros ensayos donde animales alimentados con forrajes que contienen TC presentaron una concentración de urea sérica menor en comparación con sus contrapartes del grupo control (Lagrange *et al.*, 2020; Lagrange y Villalba 2019; Dubey, 2007; Dey *et al.*, 2008; Wang *et al.*, 1996;).

Respecto a la determinación de hematocritos en sangre, los resultados hallados concuerdan con lo descrito por Arroyo-López, *et al* (2014), en un trabajo realizado en corderos donde tampoco encontró diferencias entre los animales alimentados con heno de sainfoin o heno de alfalfa respecto a los valores de hematocrito y fósforo inorgánico. Por otro lado, Minho *et al* (2008) tampoco halló diferencias en hematocrito al evaluar el efecto del extracto de taninos condensados de *Acacia molissima* en corderos naturalmente infectados con *H. contortus* y *T. colubriformis*. Asimismo, Paolini *et al* (2005b), basado en un experimento en cabras alimentadas con heno de sainfoin versus heno de raigrás, tampoco reporta diferencias significativas en el nivel de hematocrito. Costes Thiré *et al*, (2018) mencionan, en un ensayo con corderos alimentados con pellet de sainfoin (donde un grupo estaba parasitado con *H. contortus* y otro sin parasitar), niveles más bajos de hematocrito en

los corderos parasitados. En este sentido, la ausencia de diferencias significativas en la carga parasitaria entre ambos tratamientos en nuestro estudio podría ser la razón por la cual no se hallaron diferencias en los niveles de hematocrito entre ambos grupos.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del presente ensayo, no se puede afirmar que la utilización de heno de sainfoin presente una ventaja comparativa para el control de nematodos gastrointestinales en terneros de destete, respecto a dietas de alfalfa. Sin embargo, es destacable el similar desempeño animal que se obtiene con la utilización de heno de sainfoin con el agregado de apenas un 10% de expeller de soja. El heno de sainfoin es una alternativa forrajera al heno alfalfa para la alimentación de terneros de destete.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. 2000. Methods 920.36 (moisture) and 984.13 (protein). In P. Cunniff (Ed.), Official methods of analysis, 16th edn. Gaithersburg, MD: AOAC International.
- Anziani, O. S., & Fiel, C. A. (2004). Estado actual de la resistencia antihelmíntica (nematodos gastrointestinales) en bovinos de la Argentina. *Vet. Arg*, 21(202), 122-133.
- Arroquy JI, Coria ML, Vizu B, Iturain B, Dipiano A. 2024. Comparación de la ganancia peso de bovinos a pastoreo sobre *Onobrychis viciifolia* vs. alfalfa durante el verano. Comunicación. *Rev. Arg. Prod. Anim* 44 (1)356.
- Arroyo-Lopez, C., Manolaraki, F., Saratsis, A., Saratsi, K., Stefanakis, A., Skampardonis, V., ... & Sotiraki, S. (2014). Anthelmintic effect of carob pods and sainfoin hay when fed to lambs after experimental trickle infections with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Parasite*, 21. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4271655/pdf/parasite-21-71.pdf>
- Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL. Direct anthelmintic effects of condensed tannins towards different gastrointestinal nematodes of sheep: *in vitro* and *in vivo* studies. *Veterinary Parasitology*. 2001; 99:205-219.
- Barry TN, Duncan SJ. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. Voluntary intake. *British Journal of Nutrition*. 1984; 51:493-504.
- Barry TN, McNabb WC. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. (Review article). *British Journal of Nutrition*. 1999; 81:263-272.
- Brusca E. y Scarano A. 2024. Informe faena y producción de carne vacuna. Segundo trimestre. IPCVA. 13 pág.
- Campo, A., Ramos, M. y Zapperi, P. (2009). Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el suroeste bonaerense, Argentina. Disponible en: <https://observatoriogeograficoamericalatina.org/>
- Costes-Thiré, M., Villalba, J. J., Hoste, H., & Ginane, C. (2018). Increased intake and preference for tannin-rich sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) pellets by both parasitized and non-parasitized lambs after a period of conditioning. *Applied Animal Behaviour Science*, 203, 11-18.
- Dalmaso F., 2021. "Evaluación económica de distintas fuentes energéticas en dietas de terminación de bovinos a corral". Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.
- Dash K, Hall K, Barger IA. 1988. The role of arithmetic and geometric worm egg counts in faecal egg count reduction test and in monitoring strategic drenching programs in sheep. *Austr. Vet. J.* 65: 66-68.
- Dey A, Dutta N, Sharma K, Pattanaik AK. Effect of dietary inclusion of *Ficus infectoria* leaves as a protectant of proteins on the performance of lambs. *Small Ruminant Research*. 2008; 75:105-114.

- Dubey M. Strategic use of tanniferous tree leaves on nutrient utilization, growth and GI parasites in goats. M.V.Sc. Thesis. Deemed University, IVRI, Izatnagar, UP, India, 2007.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., y Robledo, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Fiel, A. C., Steffan P. E., Ferreyra, D. A. (2011). Diagnóstico de las parasitosis más frecuentes de los rumiantes, Técnicas de laboratorio e interpretación de resultados. Área de Parasitología, Facultad de Cs. Veterinarias, U.N.C.P.B.A Tandil, Programa CPS (Control Parasitario Sustentable), Pfizer Sanidad Animal. Disponible en: <https://www.aavid.org.ar/publicaciones/Manual%20Diagnostico%20final.pdf>
- Fundación FADA, septiembre 2024. Monitor ganadero. Disponible en: <https://fundacionfada.org/wp-content/uploads/2024/08/Monitor-Ganadero-Braford-Hereford-Septiembre-2024.pdf>
- Getachew G, Makkar HPS, Becker K. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. *British Journal of Nutrition*. 2000; 84:73-83.
- Heckendorn, F., Häring, D. A., Maurer, V., Zinsstag, J., Langhans, W., & Hertzberg, H. (2006). Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage and hay on established populations of *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei* in lambs. *Veterinary Parasitology*, 142(3-4), 293-300.
- Klongsiriwet, C., Quijada, J., Williams, A. R., Mueller-Harvey, I., Williamson, E. M., & Hoste, H. (2015). Synergistic inhibition of *Haemonchus contortus* exsheathment by flavonoid monomers and condensed tannins. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*, 5(3), 127-134.
- Kumar, S., & Dutta, N. (2018). Use of condensed tannin as anthelmintic and organic protectant of proteins for ruminants. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(4), 1478-1486.
- Lagrange S. y Villalba J.J. 2019. Tannin-containing legumes and forage diversity influence foraging behavior, diet digestibility, and nitrogen excretion by lambs, *Journal of Animal Science*, 97(9)3994–4009.
- Lagrange, S., Beauchemin, K. A., MacAdam, J., & Villalba, J. J. (2020). Grazing diverse combinations of tanniferous and non-tanniferous legumes: implications for beef cattle performance and environmental impact. *Science of The Total Environment*, 746, 140788
- Lauric A., 2023. Evaluación del impacto de la sequía en la zona semiárida del sudoeste bonaerense, año 2023 (bahía blanca y coronel rosales). Disponible en: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Sudoeste-de-la-Provincia-de-Buenos-Aires-y-sus-subregiones_fig1_378103869
- MacAdam, J.W., Pitcher, L.R., Bolletta, A.I., Guevara Ballesteros, R.D., Beauchemin, K.A., Dai, X., Villalba, J.J. 2022. Increased Nitrogen Retention and Reduced Methane Emissions of Beef Cattle Grazing Legume vs. Grass Irrigated Pastures in the Mountain West USA. *Agronomy*, 12, 304. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020304>.

- McLeod MN. Plant tannin -their role in forage quality. *Nutrition Research Reviews*. 1974; 44:803-814.
- Martin, P. J., Le Jambre, L. F., & Claxton, J. H. (1981). The impact of refugia on the development of thiabendazole resistance in *Haemonchus contortus*. *International journal for parasitology*, 11(1), 35-41.
- Max, R. A., Wakelin, D., Dawson, J. M., Kimambo, A. E., Kassuku, A. A., Mtenga, L. A., ... & Buttery, P. J. 2005. Effect of quebracho tannin on faecal egg counts and worm burdens of temperate sheep with challenge nematode infections. *The Journal of Agricultural Science*, 143(6), 519-527.
- Menghini M, Arroquy J, García N, Bravo RD, Martínez MF. 2024. Efecto del pastoreo de alfalfa vs. sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) por novillos sobre los parámetros de degradabilidad in situ de diferentes forrajes. *Rev. Arg. Prod. Anim* 44 (1)254
- Merck manual veterinary, 2024. Hematology complete blood count reference ranges. Página web visitada el 6 de nov. de 2024. Disponible en: <https://www.merckvetmanual.com/multimedia/table/hematology-complete-blood-count-reference-ranges>
- Minho, A. P., Bueno, I. C. D. S., Louvandini, H., Jackson, F., Gennari, S. M., & Abdalla, A. L. 2008. Effect of Acacia molissima tannin extract on the control of gastrointestinal parasites in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 172-181.
- Ministerio de Economía. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca 2024. "Stock Bovino 2023". Disponible en: https://magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informes/Presentacion_de_Cierre_de_Stock.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca y SENASA. Gastroenteritis parasitaria bovina: actualización técnica. Dirección de programación sanitaria dirección nacional de sanidad animal. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/gastro.pdf>
- Ministerio de Economía, Secretaría de Bioeconomía. 2024. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Buenos Aires Sur. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/inta/cr-buenosaires-sur/eea-bordenave>
- Montossi F, Liu F, Hodgson J and Morris S T 1997 Influence of low-level condensed tannins concentrations in temperate forage on sheep performance. *Proceedings of the XVII International Grassland Congress Session 8: Tannins-Plant Breeding Animal Effects* IDN 110 Winnipeg, Canada, 8:1-2
- Ndlovu, T., Chimonyo, M., Okoh, A. I., Muchenje, V., Dzama, K., & Raats, J. G. 2007. Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*, 6(24).
- Niec R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodes gastrointestinales del bovino y ovino. *Manual Técnico INTA* 3: 1-37

- Niezen, J.H., Waghorn, T.S., Raufaut, K., Robertson, H.A., McFarlane, R.G., 1994. Lamb weight gain and faecal egg count when grazing one of seven herbage and dosed with larvae for six weeks. *Proc. N. Z. Soc. Anim.* 54, 15–18.
- Otero, M. J., & Hidalgo, L. G. (2004). Condensed tannins in temperate forage species: effects on the productivity of ruminants infected with internal parasites (a review).
- Paolini, V., De La Farge, F., Prevot, F., Dorchies, P., & Hoste, H. 2005a. Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*, 127(3-4), 277-283.
- Paolini, V., Dorchies, P., Hoste, H., Paolini, V., Dorchies, P., & Hoste, H. 2003. Effects of sainfoin hay on gastrointestinal infection with nematodes in goats. *Vet. Rec*, 152, 600-601.
- Paolini, V., Prevot, F., Dorchies, P., & Hoste, H. 2005b. Lack of effects of quebracho and sainfoin hay on incoming third-stage larvae of *Haemonchus contortus* in goats. *The Veterinary Journal*, 170(2), 260-263.
- Prichard, R. K., Hall, C. A., Kelly, J. D., Martin, I. C. A., & Donald, A. D. (1980). The problem of anthelmintic resistance in nematodes.
- Senasa, 2024. Ministerio de Economía. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. “Bovinos y Bubalinos”. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/cadenaanimal/bovinos-y-bubalinos>
- Steffan, P. E., Fiel, C. A., Ferreyra, D. A. 2012. “Endoparasitosis más frecuentes de los rumiantes en sistemas pastoriles de producción, Aspectos básicos de consulta rápida”. Programa CPS (Control Parasitario Sustentable), Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA), Red Interinstitucional de Investigación y Experimentación en Enfermedades Parasitarias (RIEP). Disponible en: <https://www.aavld.org.ar/publicaciones/MANUAL%20tecnico%20DE%20LOS%20RUMIANTES%20FINAL%20CD.pdf>
- Steffan, P. E., Fiel, C. A., Saumell, C. A., Fusé, C., & Iglesias, L. E. 2005. El uso de antihelmínticos en los programas de control y el riesgo potencial de resistencia. *Resistencia a Los Antiparasitarios Internos En Argentina. FAO Producción y Sanidad Animal, Rome*, 85-92.
- Terrill TH, Douglas GB, Foote AG, Purchas RW, Wilson GF, Barry TN. Effect of condensed tannins upon body growth, wool growth and rumen metabolism in sheep grazing sulla (*Hedysarum cornarium*) and perennial pasture. *Journal of Agriculture. Science (Cambridge)*. 1992; 119:265-273.
- Tilley, J.M.A. y Terry, R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of British Grasslands Society*, 18, 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Symposium carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

- Waghorn GC, Shelton ID, McNabb WC. Effects of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on its nutritive value for sheep. 1. Non-Nitrogenous aspects. *Journal of Agriculture. Science (Cambridge)*. 1994; 123:99-107.
- Wang Y, Douglas GB, Waghorn GC, Barry TN, Foote AG, Purchas RW. Effect of condensed tannins upon the performance on lambs grazing *Lotus corniculatus* and lucerne (*Medicago sativa*). *Journal of Agriculture. Science (Cambridge)*. 1996; 126:87-98.
- Young, K. E., Garza, V., Snowden, K., Dobson, R. J., Powell, D., & Craig, T. M. 1999. Parasite diversity and anthelmintic resistance in two herds of horses. *Veterinary Parasitology*, 85(2-3), 205-214.
- Zeineldin, M. M., Sabek, A. A., Barakat, R. A., Elghandour, M. M., Salem, A. Z., & de Oca Jiménez, R. M. 2020. Potential contribution of plants bioactive in ruminant productive performance and their impact on gastrointestinal parasites elimination. *Agroforestry Systems*, 94, 1415-1432.