



Facultad de Veterinaria  
**Universidad** Zaragoza



# Trabajo Fin de

Estudio de dos sistemas de pastoreo de ovino en Dehesas de la Península Ibérica: parasitismo, bienestar animal y características de los pastos

Study of two sheep grazing systems in Iberian Dehesas: parasitism, animal welfare and grasslands characteristics.

Autor/es

Mariana Yuan Ribeiro Couto

Director/es

Joaquín Quílez Cinca, Olivia Barrantes Díaz, Gonzalo Palomo Guijarro

Facultad de Veterinaria

2021

---

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
1.1 LA DIMENSIÓN SOCIO ECOLÓGICA DE LA GANADERÍA EXTENSIVA .....	3
1.1.1 <i>La Dehesa</i> .....	4
1.1.2 <i>La oveja, raza Merina</i> .....	6
1.2 EL PASTOREO EXTENSIVO DE OVINO Y EL PARASITISMO .....	7
1.2.1 <i>El parasitismo gastrointestinal</i> .....	7
1.2.2 <i>Del Pastoreo tradicional al Pastoreo Rotacional Convencional</i> .....	9
1.2.3 <i>El Manejo Holístico del pastoreo</i> .....	11
<b>2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b> .....	<b>13</b>
<b>3 METODOLOGÍA</b> .....	<b>14</b>
3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	14
3.2 CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DEL REBAÑO .....	14
3.3.1 <i>Estimación de la condición corporal e intensidad parasitación de los animales</i> .....	18
3.3.2 <i>Estimación de la intensidad de parasitación en el pasto</i> .....	20
3.3.3 <i>Salud, producción y calidad nutritiva de los pastos</i> .....	20
3.4 ANÁLISIS DE DATOS .....	21
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>23</b>
4.1 PARASITACIÓN POR NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y CONDICIÓN CORPORAL EN AMBOS REBAÑOS DE MANEJO .....	23
4.1.1 <i>Intensidad de Parasitación en muestras de heces</i> .....	23
4.1.2 <i>Diversidad de nematodos gastrointestinales en muestras de heces</i> .....	25
4.1.3 <i>Nematodos gastrointestinales en muestras de pasto</i> .....	27
4.1.4 <i>Condición Corporal e intensidad de parasitación</i> .....	27
4.2 EFECTO DEL TIPO DE MANEJO (CONVENCIONAL U HOLÍSTICO) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PASTO: PRODUCCIÓN, CALIDAD, ALTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, DIVERSIDAD E ÍNDICE DE SALUD DEL PASTO (ISP) .....	28
4.3 EFECTOS DEL MANEJO SOBRE LOS COMPONENTES ‘ANIMAL’, ‘PASTO’ Y ‘PARÁSITOS’ .....	30
<b>5 DISCUSIÓN</b> .....	<b>32</b>
5.1 PARASITACIÓN POR NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y CONDICIÓN CORPORAL EN DISTINTOS SISTEMAS DE MANEJOS .....	32
5.1.1 <i>Intensidad de Parasitación en muestras de heces</i> .....	32
5.1.2 <i>Diversidad de nematodos gastrointestinales en muestras de heces</i> .....	33
5.1.3 <i>Nematodos gastrointestinales en muestras de pasto</i> .....	35
5.1.4 <i>Condición Corporal e intensidad de parasitación</i> .....	37
5.2 EFECTO DEL TIPO DE MANEJO (CONVENCIONAL U HOLÍSTICO) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PASTO: PRODUCCIÓN, CALIDAD, ALTURA, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, DIVERSIDAD E ÍNDICE DE SALUD DEL PASTO (ISP) .....	37
5.3 EFECTOS DEL MANEJO SOBRE SISTEMA GANADERO EN SU CONJUNTO .....	39
5.4 DISCUSIÓN GENERAL .....	40
<b>6 CONCLUSIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>I</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. 1: LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO. DESCRIPCIÓN DE LAS PARCELAS SEGÚN EL TIPO DE MANEJO .....	16
FIGURA 4.1.1.1: VARIACIÓN MENSUAL MEDIA DE LA CC Y DEL NÚMERO DE HUEVOS POR GRAMA DE HECES (HPG), SEGÚN MANEJO (CONVENCIONAL O HOLÍSTICO). ....	24
FIGURA 4.1.2.1: ABUNDANCIA RELATIVA MEDIA (%) DE LAS DIFERENTES ESPECIES DE LARVAS GASTROINTESTINALES OBSERVADAS EN AMBOS SISTEMAS DE MANEJO CONVENCIONAL (COLOR NARANJA) Y HOLÍSTICO (COLOR AZUL). ....	26
FIGURA 4.2.2.1: ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES. A COLOR VERDE SE LOCALIZAN LOS DATOS REFERENTES AL MC Y A COLOR AZUL, MH.....	31

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.3.1: DISEÑO EXPERIMENTAL Y MUESTREO .....	19
TABLA 4.1.1.1: Estudio coprológico mediante la técnica de mcmaster en rebaños mantenidos en dos sistemas de manejo .....	23
TABLA 4.1.1.2: PARÁMETROS ESTADÍSTICOS PARA LAS VARIABLES DE INTENSIDAD DE PARASITACIÓN POR MESES DE MUESTREO SEGÚN MANEJO (CONVENCIONAL Y HOLÍSTICO) $\mu$ : MEDIA, $\Sigma$ : DESVIACIÓN ESTÁNDAR, CV: COEFICIENTE DE VARIACIÓN.....	25
TABLA 4.1.4.1: Parámetros estadísticos para las variables de condición corporal e intensidad de parasitación por meses de muestreo según manejo (holístico y convencional) .....	28
TABLA 4.2.1: Composición nutricional del pasto en las diferentes parcelas en estudio, relativas al mes de abril. ....	29
TABLA 4.2.2: Valores de altura media del pasto (cm), diversidad (índice de shannon) y resultados del índice de salud de pastizales (isp) .....	30

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Ejemplos de sistema socio-ecológico del mediterráneo – Dehesa/Montado .....	ii
ANEXO 2: Climograma del aeropuerto de badajoz: precipitación mensual, media anual de las temperaturas máximas diarias (tmax media); y media anual de las temperaturas mínimas diarias (tmin media).. ....	III
ANEXO 3: Método para la recogida de muestras de heces individualizadas para análisis de intensidad de parasitación.....	III
ANEXO 4: Método de coprocultivo de larvas I3. Identificación de partes de la morfología de las larvas I3. ....	IV
ANEXO 5: Método para la recogida de muestras de pasto para análisis de la calidad nutritiva. ....	V
ANEXO 6: Identificación del estrato herbáceo (familia y especie) en diferentes parcelas del área de estudio, durante el pico de primavera (abril,2021). ....	VI

## Agradecimientos

A todos los profesores que han hecho posible que este Máster exista para impulsar una visión integral de la ciencia y su complementariedad, en un momento planetario tan necesario. A **Inma**, por su cercanía y apoyo en todos los momentos, y a **Carmelo** por transmitir su abordaje tan global como humano.

A mis tutores, **Joaquín**, **Olivia** y **Gonzalo**, por confiar, motivar y aceptar realizar un pequeño trabajo de investigación en campo en momentos tan difíciles. Y por su paciencia, adaptación a mis horarios y compañerismo.

A **Fernando**, **Ana** y a **Rosa** vuestra ayuda y apoyo ha sido fundamental para que pudiera conseguir avanzar en todo el trabajo laboratorial.

Al **CICXTEX**, a los **pastores** de los rebaños y demás personal de administración y servicios. A **Fermín** y demás personal investigador (especialmente **Óscar** y **Valentín**) por hacer posible involucrarme en GODEHESA, y poder desarrollar este pequeño ensayo con su equipo. A **ACTYVA**, a **Begoña** por su aportación enriquecedora llena de biodiversidad.

A **Paco**, el pastor trashumante, mi maestro.

A **Molento** por sus palabras de apoyo y reflexiones sobre este trabajo.

A mis amigos y vecinos de todas edades del pueblo donde vivo, **Mozota** y a ese espacio que hemos creado, **Bhoga yoga. *Breath, dance and live!***

A todos mis amigos de la Península Ibérica, conseguís crear puentes que hacen que estemos siempre juntos. A todos que han estado conmigo este último año lectivo, de manera directa o indirecta, habéis sido parte de uno de mis mejores años, tanto profesional como personal.

Me siento especialmente agradecida a **mi familia**, sois la razón de como veo el mundo, la ciencia y la salud. Crecer de la mano del veterinario rural que más admiro y más me ha enseñado, siempre poniendo en valor la cultura, lo socioeconómico y el tiempo como un paso para la toma de decisiones. A mi madre, por poner en valor y producir nuestros alimentos arraigados al territorio, privilegiando siempre la salud y bienestar humano. A mi hermano, Naná, un piano lleno de música, desde su complejidad a su simplicidad. A **Juan**, mi amor, por compartir la vida juntos.

*A mi familia*

*Es tiempo de frenar, es hora de descansar y de reencuentros.*

“Pastor do monte, tão longe de mim com as tuas ovelhas  
Que felicidade é essa que pareces ter—a tua ou a minha?  
A paz que sinto quando te vejo, pertence-me ou pertence-te?  
Não, nem a ti nem a mim, pastor.  
Pertence só à felicidade e à paz.  
Nem tu a tens, porque não sabes que a tens.  
Nem eu a tenho, porque sei que a tenho.  
Ela é ela só, e cai sobre nós como o sol,  
Que te bate nas costas e te aquece, e tu pensas noutra coisa indiferentemente,  
E me bate na cara e me ofusca, e eu só penso no sol.”

12-4-1919

“Poemas Inconjuntos”. In **Poemas de Alberto Caeiro**. Fernando Pessoa.

## **Estudio de dos sistemas de pastoreo de ovino en Dehesas de la Península Ibérica: parasitismo, bienestar animal y características de los pastos**

### **Resumen**

La dehesa es un sistema agrosilvopastoral característico del oeste y suroeste de la Península Ibérica basado en la ganadería extensiva, considerado un agrosistema estable y bien gestionado ecológicamente. Este trabajo compara dos sistemas de manejo del pastoreo con ganado ovino de raza Merina, Manejo Convencional (MC) y Manejo Holístico (MH), con el objetivo de analizar la influencia de ambos tipos de manejos sobre el parasitismo de nematodos gastrointestinales, teniendo en cuenta el marco teórico de *One Health*. Para ello, contamos con dos rebaños experimentales (MC/MH), constituidos cada uno por 100 ovejas del grupo operativo GODEHESA. Se han medido (i) número de huevos por gramo de heces y la condición corporal (CC) de los animales entre enero y julio de 2021 con periodicidad aproximadamente mensual, (ii) diversidad larvaria en heces tras un coprocultivo en enero, (iii) producción y calidad del pasto en abril, y se han recabado datos sobre la composición y diversidad florística e Índice de Salud de los Pastos en primavera. Se realizaron análisis de McMaster, coprocultivos y estadística no paramétrica. Los resultados indican una intensidad de parasitación relativamente baja y un patrón similar en ambos manejos. Existen diferencias significativas relativo a la CC al separar por manejos. Las características del pasto no se revelan afectadas. No se observa evidencias claras sobre la influencia de ambos manejos. No obstante, la diversidad de especies de larvas ha mostrado ser un análisis de interés para valorar posibles efectos del sistema de manejo en las parasitosis, se observa proporciones distintas entre manejos y un predominio de infecciones mixtas con predominio de especies de *Trichostrongylus* y *Cooperia*. El MH se revela con un potencial acorde con las necesidades actuales (cambio climático y desarrollo sostenible) sin embargo, son necesarios más estudios para su validación. Por otro lado, son necesarias el desarrollo de estrategias con un enfoque según *One Health* integrando equipos multidisciplinares, para lograr soluciones con capacidad de adaptabilidad y resiliencia a medio y largo plazo.

Palabras clave: Ovino; Dehesa; Manejo Holístico; Pastoreo rotacional convencional; Nematodos Gastrointestinales; Pasto

## **Study of two sheep grazing systems in Iberian Dehesas: parasitism, animal welfare and grasslands characteristics.**

### **Abstract**

The dehesa is an agrosilvopastoral system characteristic of the west and southwest of the Iberian Peninsula based on extensive livestock farming, considered a stable and ecologically well-managed agrosystem. This study compares two grazing management systems for Merino sheep, Conventional Management (MC) and Holistic Management (MH), with the aim of analysing the influence of both types of management on gastrointestinal nematode parasitism, taking into account the One Health approach. For this, we have two experimental flocks (MC/MH), each with 100 sheep from the GODEHESA operational group. We have measured (i) number of eggs per gram of faeces and body score condition between January and July 2021 on an approximately monthly, (ii) larval diversity in faeces in January, (iii) pasture quality and production in April, and collected data on floristic composition and diversity and Pasture Health Index in spring. McMaster analysis, faecal culture and non-parametric statistics were performed. The results indicate a relatively low intensity of parasitism and a similar pattern of parasitism in both grazing systems. There are significant differences in body condition score between grazing systems. The pasture characteristics are not affected. However, larval species diversity has been shown to be an interesting analysis to assess possible effects of the management system on gastrointestinal nematode parasitism. Different proportions were observed between managements with a predominance of *Trichostrongylus* and *Cooperia* species and mixed infections. The MH shows a potential in line with current needs (climate change and sustainable development); however, further studies are needed for validation. It is necessary to develop strategies with a One Health approach, integrating multidisciplinary teams to achieve solutions with adaptability and resilience in the medium and long term.

**Keywords:** Sheep; Dehesa; Holistic Management; Conventional Management; Gastrointestinal nematodes; Pasture

## 1. Introducción

### 1.1 La dimensión socio ecológica de la ganadería extensiva

Con el término ganadería extensiva, podríamos definir<sup>1</sup> a todos los sistemas de producción ganadera “que *aprovecha los recursos naturales del territorio, con una baja utilización de insumos externos y principalmente mediante pastoreo. En general se caracteriza por el empleo de especies y razas de ganado adaptadas al territorio, el aprovechamiento de pastos diversos ajustándose a su disponibilidad espacial y temporal, y el respeto del medio en el que se sustenta*” (Ruiz, et al., 2017).

Otros aspectos que resaltar, dentro del marco de la definición propuesta, son la vertebración del territorio, la gestión adaptativa espacio temporal de los recursos disponibles del territorio con la generación de servicios ecosistémicos (Ruiz, et al., 2017).

El pastoreo es todavía una actividad ejercida a escala global y se entiende por la producción ganadera extensiva que utiliza como fuente de alimento los pastizales disponibles (Ruiz, et al., 2017; FAO, 2020), así como tierras marginales. La ganadería extensiva es una herramienta importante para la gestión sostenible de sistemas socio ecológicos con una interdependencia directa entre el ser humano, otros animales y el resto de la naturaleza con una contribución importante para la preservación de la biodiversidad (Zinsstag et al., 2011; Oteros-Rozas et al., 2013; Ren et al., 2018).

Los sistemas ganaderos extensivos del mediterráneo además de proporcionar alimento para el ganado generan una serie de funciones y servicios ecosistémicos. Según Reid, et al. (2005) y FAO (2011):

- Abastecimiento: mantiene la fertilidad, fuente de alimento, entre otros.
- Regulación: prevención de incendios, dispersión de semillas, protección del suelo, conservación de razas autóctonas, regulación del ciclo del agua, mantiene el carbono del suelo, entre otros.
- Culturales: conocimiento tradicional, valores culturales, turismo, caza, etc.
- Apoyo: papel clave en la gestión de los ciclos de nutrientes, etc.

El proceso de intensificación de los sistemas ganaderos presenta una amplia dependencia de insumos y fomenta un desapego a la dimensión socio ecológica. El abandono de los sistemas agrosilvopastoriles implica cambios del ecosistema (sucesiones:

---

<sup>1</sup>En España, todavía no existe una definición consensuada (Urivelarrea y Linares, 2020).



funcionales y estructurales) y, en consecuencia, en los servicios ecosistémicos que proporcionan (Reid et al., 2005; Fernández-Rebollo et al., 2016).

Teniendo en cuenta el abordaje conceptual de *One Health*, la salud humana y animal y la salud de los ecosistemas y su biodiversidad son interdependientes, todo lo cual interrelaciona la salud, sostenibilidad y seguridad, permite aplicar un enfoque global y transversal. Por ello es necesario un mejor conocimiento de las escalas temporales y espaciales de los ecosistemas y sus interconexiones, para poder interpretar la dinámica de las enfermedades e impulsar políticas públicas.

La comprensión de las interacciones entre la ganadería y el medio ambiente, junto con el desarrollo de medidas para mitigar la huella de carbono de los sistemas de producción animal, está adquiriendo una importancia creciente en la agenda política. Asimismo, los consumidores demandan cada vez más alimentos asociados al bienestar animal y sin uso de antibióticos, la sostenibilidad y conservación de la biodiversidad (Baratta et al., 2021). En este trabajo se propone colocar el foco de mira en el sistema ganadero de ovino en la dehesa (español) o montado (portugués) del Suroeste peninsular (Anexo 1). A continuación, utilizaremos exclusivamente el término dehesa.

### **1.1.1 La Dehesa**

La dehesa es un sistema agrosilvopastoral característico del oeste y suroeste de la Península Ibérica. Es un paisaje de origen antrópico donde su uso mayormente agropecuario hace alternar zonas de pastoreo y forestales (Doncel Pascual, 1975). Se trata de un paisaje caracterizado por pastizales arbolados con un dosel de densidad variable (30-50%) ocupada fundamentalmente por formaciones mixta o monoespecíficas de quercíneas, y que combina de forma simultánea la producción del cerdo ibérico, ganado vacuno, ovino y caprino, caza mayor y menor, aprovechamiento forestal (leña, carbón y eventualmente corcho), aprovechamiento micológico y plantas salvajes. (Ferrer, 2016; Márquez de Prado et al., 2017; Plieninger, et al., 2021). La dehesa se considera un agrosistema estable y bien gestionado ecológicamente (Van Wieren, 1995).

Los pastos herbáceos están fundamentalmente constituidos por especies anuales, que en conjunto con los matorrales y arbolado son el recurso forrajero que permite aprovechamiento como alimento para los animales de producción y se caracterizan también por estar adaptadas al pastoreo intenso. La productividad de los pastos depende directamente de las condiciones meteorológicas, del tipo de suelo y de la co-

munidad de especies que la componen. La disponibilidad de los pastos se puede caracterizar según la cantidad, calidad y disponibilidad; factores que a su vez varían en espacio y tiempo (Márquez de Prado et al., 2017). La diversidad y complejidad biológica son factores que influyen críticamente en la sostenibilidad ecológica y económica de la dehesa (Doncel Pascual, 1975). Las dehesas actualmente son zonas consideradas de especial conservación según la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE 299, 14/12/2007), y es reconocida por Europa como un Sistema de Alto Valor Natural (SAVN) (Márquez de Prado et al., 2017; Plieninger, et al., 2021). Frecuentemente estas áreas geográficas se caracterizan por producir bienes para el ser humano y servicios ecosistémicos que difícilmente consiguen ganar un valor que retribuya en la renta del ganadero. Ante esta situación existe la presión del abandono de prácticas de manejo multifuncionales a cambio de una simplificación e intensificación de la producción con la ambición de conseguir un mayor rendimiento económico. Existen diversos factores que afectan directamente el manejo de la dehesa (Plieninger et al., 2021):

- Económicos – ampliamente considerado como un sistema de baja rentabilidad.
- Naturales – son de origen multifactorial relacionados con el cambio climático: frecuencia e intensidad de los fuegos y de la sequía, aparición de enfermedades, como la seca del encinar (*Phytophthora cinnamomi*).
- Socioculturales – éxodo rural, envejecimiento de la población, falta de relevo generacional, y el propio abandono del campo.
- Políticos – conjunto de acciones que limitan la gestión de un sistema multifuncional.

Por otro lado, podemos destacar otras presiones que afectan de forma directa el manejo de la dehesa (Plieninger et al., 2021):

- Cambios en la tipología de pastoreo, carga ganadera y especies y razas.
- Cambios en el manejo de los pastos naturales: sustitución por praderas mejoradas.
- Cambios en los cultivos o del uso de la tierra: sustitución de los cultivos de secano, por monocultivos, promoviendo directamente una menor diversidad funcional.
- Envejecimiento y falta de regeneración del arbolado como consecuencia directa de los cambios de manejo (permanencia constante de los animales).
- Abandono de la tierra: incremento de arbustivas (incremento de biomasa y consecutivamente mayores riesgos de incendios).

### **1.1.2 La oveja, raza Merina**

La oveja (*Ovis aries*) de raza Merina es una raza autóctona, con origen en la Península Ibérica. Esta raza está totalmente adaptada al pastoreo extensivo y estacional, así como el aprovechamiento de cultivos y rastrojeras, siendo un animal poco selectivo. Tiene una relevancia marcada a nivel sociocultural, por su relación con la trashumancia, y a nivel medioambiental, por ser una herramienta que contribuye a la prevención de incendios. Asimismo, establece conexiones entre los diferentes ecosistemas de la península (corredores ecológicos) a través del pastoreo trashumante en las vías pecuarias. Este papel ecológico, añadido a la trashumancia y su carácter exploratorio que evita que se agote la misma zona, promueve la dispersión de semillas, por zoo-coria, ayudando a la dispersión genética siendo este un factor interesante para tener en cuenta ante el cambio climático (Manzano y Malo, 2006)

Su principal aptitud es la producción cárnica y de lana. Su ganancia media diaria es de unos 300 gr/día y con respecto a la producción lanar, se caracteriza de una lana fina de color blanco con un peso del vellón entre 3,4 – 5,2 kg de media, según el sexo. La oveja Merina está completamente adaptada a largos desplazamientos, a diferentes orografías y una climatología continental extrema, siendo un animal rústico, de instinto gregario y con una elevada adaptabilidad (MAPA, 2021). Tiene un carácter gregario y dentro de un rebaño, existe subdivisión en grupos más pequeños. Esta organización del grupo tiene una componente social que les confiere protección al rebaño y una mayor supervivencia de los corderos. El estudio etiológico de la oveja permite entender cómo la oveja ocupa el espacio y elige su alimento. El comportamiento cambia o se adapta según el área (disponibilidad de agua y alimento) y de otros factores ecológicos y sociales. La oveja es un herbívoro, rumiante, a lo cual dedica un tercio de sus actividades diarias. El ovino presenta un hábito de pastoreo similar al del vacuno, con una ingestión de un 70-80% de gramíneas y un 20-30% de arbustivas y otras herbáceas. Presentan una profundidad de bocado de unos 6 cm, un labio partido que les permite arrancar prácticamente las hierbas y de esta forma les permite un aprovechamiento de pastos más cortos. Una oveja consume aproximadamente el 2.5% de su peso vivo en MS por día. La climatología también influye en el comportamiento en pastoreo, en verano en las horas de mayor calor buscan sombras o refugios entre otras ovejas y el consumo disminuye. En cuanto a la ingesta de agua, son animales con mecanismos fisiológicos que les permiten pasar largos periodos de tiempo sin

agua, varía según las condiciones climáticas y calidad del pasto, y su consumo diario de agua varía entre el 5-8% del peso vivo.

En la producción extensiva de ovino, se favorece que el animal manifieste un comportamiento alimenticio y social lo más similar a su estado natural, por ello es necesario tener algunos indicadores que permitan una valoración tanto del bienestar animal como asegurar buenos niveles productivos, uno de los cuales es el control de la condición corporal en momentos claves del ciclo (Morgan-Davies et al., 2008).

## **1.2 El pastoreo extensivo de ovino y el parasitismo**

### **1.2.1 El parasitismo gastrointestinal**

Los animales en pastoreo están constantemente expuestos al contagio con especies parásitas (Calvete et al., 2014). El parasitismo de nematodos gastrointestinal (NGI) tiene repercusiones negativas en el estado de salud, bienestar y productividad de los animales, siendo considerado uno de los mayores problemas en ovino en extensivo al ocasionar elevadas pérdidas económicas (Ruano et al., 2017).

En los rumiantes, el parasitismo NGI ocasiona pérdidas de productividad, no sólo en las formas clínicas sino también en caso de parasitismo subclínico. La gravedad de los cuadros clínicos depende de varios factores, como la edad del hospedador (los jóvenes y animales más debilitados son los más susceptibles), la carga parasitaria y la especie de parásito involucrado (Forbes, 2021). El estado nutricional del animal es capaz de modular la resistencia frente a infecciones por nematodos gastrointestinales. Según Kyriazakis y Houdij (2006), la inmunonutrición tiene un papel vital en la estrategia del control parasitario en sistemas de producción extensiva. Concretamente, en ganado ovino se ha comprobado que una nutrición mejorada en proteínas puede incrementar su capacidad de resiliencia y resistencia frente al parasitismo. El parasitismo en herbívoros es por tanto un problema de elevada incidencia que reduce el aprovechamiento del alimento, al alterar tanto la absorción de nutrientes como su metabolismo. Por otro lado, deprime la respuesta inmune produciendo fallos de la resistencia del hospedador y predisponiendo a otras enfermedades, tales como alteraciones de la capacidad reproductiva y retrasos del crecimiento. Por estos motivos, es importante controlar el parasitismo subclínico y, para ello, es fundamental el control del bienestar animal, por ejemplo, controlando la CC del rebaño (Craig, 2018). La inmunidad adquirida retrasa o inhibe el desarrollo de las larvas de NGI, la resistencia

y/o resiliencia, previniendo de esta forma el desarrollo de la enfermedad, aunque no evita la infección. Un aspecto que ha adquirido gran relevancia recientemente está relacionado con el desarrollo de resistencias frente a los antihelmínticos (Joy et al., 2020). Esta situación es un problema limitante para el desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos, ya que disminuye la calidad de los productos y repercute de forma negativa tanto salud pública como en el medio ambiente; debido a la necesidad de aumentar las dosis y frecuencias de tratamientos antihelmínticos para mantener la producción (Calvete, 2021). Actualmente, los estudios con relación a los efectos de los antihelmínticos en el ecosistema sugieren la necesidad de adaptar los protocolos normativos estandarizados en lo que respecta a los estudios de biomagnificación en organismos terrestres. Concretamente relativo a la ivermectina se observó alteraciones en la riqueza y abundancia de especies y biomasa con reducción de la eficiencia funcional del suelo. Por otro lado, también revelan diferencias de su impacto en función del clima (Verdu et al., 2018, Verdu et al., 2020a, Verdu et al. 2020b).

Por otra parte, el parasitismo debe ser encarado como un problema del rebaño y no como un problema individual (Craig, 2018). La gestión del pastoreo y del pasto debería ser la primera y principal herramienta para controlarlo, para lo cual es necesario conocer los mecanismos de transmisión y otros factores que nos ayuden a entender la dinámica de las poblaciones de NGI (Ruano et al., 2017). El ciclo de vida de los NGI cursa con la eliminación de los huevos a través de las heces del hospedador. Una vez que los huevos están en el pasto, si las condiciones climáticas son adecuadas, se desarrolla en su interior la larva L1. Esta larva se alimenta de bacterias presentes en las heces y realiza dos mudas consecutivas hasta alcanzar el estadio infectante (L3). Las L3 no se alimentan y pueden migrar por el suelo o el pasto en presencia de humedad. Estas larvas son ingeridas por los animales con el pasto y realizan dos mudas en el tracto digestivo para transformarse en adultos en unas 3 semanas, aproximadamente (O'Connor et al. 2006; Craig, 2018). El desarrollo de las L3 en el pasto depende fundamentalmente de la temperatura y humedad, aunque las condiciones ambientales no son tan importantes para su supervivencia una vez que se han desarrollado. Sin embargo, las variaciones de temperatura y humedad bruscas pueden tener un efecto letal. A nivel bibliográfico no existe uniformidad en la toma de datos climáticos, lo que impiden evaluar los impactos ecológicos en el ciclo de vida de las L3. A su vez, la

complejidad del medioambiente y sus interacciones e interrelaciones aún dificulta más cuantificar la influencia de las variables sobre el terreno (O'Connor et al. 2006).

La gestión del pastoreo y del pasto, como: la rotación del pastoreo y su duración, la densidad animal, la alternancia de especies animales en el aprovechamiento del pasto y/o su mejora con plantas ricas en taninos, influyen directa e indirectamente en la presencia de larvas en el pasto. El conocimiento del comportamiento del ovino en pastoreo y otros componentes fisiológicos son también necesarios, una vez que nos ayuda a definir mejor las estrategias a utilizar. Por ejemplo, conocer la capacidad de estos animales para pastar a una altura cercana al suelo, la edad del rebaño, la raza y la forma como elimina las heces y su conformación (Pardo y del Prado, 2020). Los protocolos o estrategias para la gestión del parasitismo tienen que ser por todo ello flexibles y adaptables, de forma que se puedan extrapolar a otras zonas, ya que ante la diversidad de factores interrelacionados será un error asumir un protocolo uniforme para la producción extensiva de ovino (Craig, 2018).

### **1.2.2 Del Pastoreo tradicional al Pastoreo Rotacional Convencional**

La importancia del comportamiento en pastoreo obedece a su relación directa con el consumo de alimento, productividad e impacto sobre el pasto. En el manejo tradicional de la dehesa se realiza un pastoreo secuencial, donde primero pasaba el ganado vacuno para el aprovechamiento de pastos altos y posteriormente es aprovechado por las ovejas o cerdos. En el caso del ganado ovino, la gestión del aporte alimenticio en régimen extensivo es prácticamente dependiente de los pastos, con un aprovechamiento estival mediante la trashumancia a tierras altas de Castilla, al ser una época de menores recursos alimenticios. La relevancia de la gestión de este sistema agro-silvopastoral con la práctica de trashumancia obedece a diversos factores:

- Mejor gestión de los recursos alimenticios y de agua simulando el proceso natural de migración de la fauna herbívora salvaje.
- No hay cambios bruscos de alimento.
- Reposo de pastos en la dehesa y de los ciclos ecológicos dependientes del ovino, como pueden ser los parásitos.
- La ausencia de animales disminuye el impacto sobre el suelo (ralentiza la erosión e incrementa el aprovechamiento de los recursos hídricos).

- La ausencia de ganado en periodo estival fomenta la compatibilidad con la fauna salvaje y de esta forma la biodiversidad.

El *redileo*, *majadeo* o *majadaleo*, que consiste en mantener el rebaño ovino por la noche en una pequeña cerca, es una herramienta de fertilización de los pastos.

La gestión del pastoreo hasta mediados de los años cincuenta estuvo totalmente vinculada con el aprovechamiento de los recursos del territorio y un sistema de producción de animal adaptado a su comportamiento natural. Posteriormente, en España hubo transformaciones a nivel económico, social y político hacia a un desarrollo industrial agrario, una economía de escala y hacia a una ganadería intensiva, exigiendo cambios profundos al sistema de manejo que anteriormente se ha descrito. Ante la necesidad de mejorar la renta agraria se ha priorizado un desarrollo económico y tecnológico, con lo cual se ha observado una mejora del modelo productivo ganadero. Concretamente, en la dehesa se ha producido una especialización productiva casi exclusivamente ganadera. La cabaña ganadera ha crecido, tanto para compensar los bajos precios como para recibir un mayor apoyo económico procedente fundamentalmente de la PAC. A ello se añade que el valor recibido por cabeza de ganado difiere según la especie de producción, lo que ha llevado a incrementar la cabaña de vacuno, así como la sustitución de razas autóctonas por otras foráneas y el cambio de los modelos productivos (por ejemplo, mayor número de partos por año, aptitud cárnica en detrimento de la lana, etc.). Este cambio de modelo viene acompañado directamente por un sistema de producción dependiente de la aportación de insumos externos (piensos), con el objetivo de mantener niveles productivos competitivos. En relación con las pautas de manejo del ganado, se adopta por la permanencia de los animales en la dehesa todo el año y uso de naves para recoger el ganado en momentos puntuales. Viene acompañado del cierre perimetral de la finca y división interna en pocas cercas de grande tamaño, permitiendo un manejo sin un coste de mano obra añadido. La aptitud cárnica de la oveja de raza merina ha sido mejorada, debido a su rusticidad y capacidad productiva y también por el cambio de manejo hacia sistemas semi-intensivos y cruces con razas más industriales. En consecuencia, a nivel de impacto medioambiental, se ha visto que la gestión de la arboleda se ha deteriorado, a su vez existe incremento de la matorralización de zonas no utilizadas y el pisoteo continuo ha contribuido al aumento de la erosión. Ocurre la proliferación de especies salvajes como el ciervo y el jabalí, abriendo puertas a la caza mayor. Por otro lado, el

consumo de carne de ovino está disminuyendo, la renta agraria sigue desfavorable y los impactos medioambientales empiezan a ser un problema para mantener el modelo productivo y a su vez mitigar y adaptar ante el cambio climático.

### **1.2.3 El Manejo Holístico del pastoreo**

Para manejar una dehesa hay que saber cómo utilizar los recursos de que ésta se compone y sus aprovechamientos: ganadero, cinegético, agrícola, forestal y/u otros usos complementarios (Márquez de Prado et al., 2017). Para ello, se hace necesario recurrir a sistemas de apoyo a las decisiones, que garanticen un enfoque múltiple e integral, a la vez que aseguren significativamente eficacia y eficiencia de la decisión tomada (Murillo y González, 2011). Siendo necesario incluir el concepto “reserva”, donde se contempla una parte de los recursos forrajeros producidos (alimento) a momentos del ciclo productivo más críticos como pueden ser veranos muy secos (Savory y Butterfield, 2019).

Existen varias propuestas metodológicas para la gestión del sistema de pastoreo. Algunas de esas propuestas contemplan un marco conceptual para la toma de decisiones de forma adaptativa. En este trabajo exploraremos la metodología propuesta por Allan Savory, designada como Manejo Holístico (MH). En sistemas de pastoreo adaptativo (AMP, del inglés Adaptative Multi-paddock Grazing), como el MH, la toma de decisiones no sólo se realiza en función del sistema productivo ganadero, sino que también incluye la fauna salvaje, así como el resto de los elementos ambientales (Palomo y Savory, 2020). Este último punto es muy importante ya que la compatibilización de la fauna salvaje y la producción ganadera en el mismo territorio ha generado diversos conflictos de orden social. Según Savory y Butterfield (2019), para llevar a cabo el MH del rebaño se debe tener en cuenta cuatro premisas:

1. La naturaleza es el reflejo de las interrelaciones recíprocas entre las personas, animales y la tierra, formando una comunidad. Para ello, las personas que se encargan de tomar decisiones deben definir su contexto holístico del entero (comunidad) que va a gestionar. Se debe tener en cuenta factores económicos (a corto y largo plazo), también factores sociales (como la calidad de vida) y ambientales (cómo queremos tener nuestro paisaje a corto y a largo plazo).
2. Considerar la complejidad de la naturaleza y la dimensión socio ecológica del territorio a gestionar. Cualquier sistema de planificación agroganadero debe ser



- suficientemente flexible para poder adaptarse y crear estrategias considerando la distribución de la humedad anual y las posibles sucesiones ecológicas del sistema.
3. La ganadería puede ser una herramienta para imitar el papel de los ungulados salvajes y ser un sistema de producción integrado con la conservación del paisaje. Para ello es necesario conocer la relación predador-presa, el efecto-manada y la coevolución de las plantas prateras y los ungulados.
  4. El tiempo según Voisin (1963), redefine el concepto de sobrepastoreo, estando éste relacionado con el tiempo que las plantas están expuestas al pastoreo y no relativo a la cantidad de animales presentes. Se hace hincapié en la importancia del tiempo de pastoreo y el tiempo de reposo que descansa la parcela sin animales.

Para llevar a cabo esta propuesta de manejo, se propone la subdivisión de las parcelas en otras más pequeñas para producir periodos de pastoreo cortos, con aumento de la densidad animal y consiguiente intensidad de pastoreo, seguido de tiempos de recuperación del pasto más largos (Savory y Butterfield, 2019). Este tipo de sistema exige una planificación previa, registro continuo de todas las actuaciones en campo y ajuste en la toma de decisiones según el contexto. El registro continuo de todas acciones permite un aprendizaje activo con el paso de los años, comparar lo planificado con la realidad, y ayuda a mejorar el conocimiento sobre el sistema que se gestiona. Por otro lado, garantiza que el sistema en gestión contempla aspectos socio-ecológicos que hasta ahora eran de difícil inclusión, teniendo un enfoque multisistémico de la producción ganadera. Dentro del marco del MH, existe un cuerpo de técnicos acreditados por el Savory Institute, encargados de realizar la monitorización y evaluación de la salud de los pastos (medición de parámetros de productividad, biodiversidad y suelo), mediante una metodología relativamente simples y económica: el Índice de Salud de Pastizales (ISP) (Borrrelli, et al., 2013). Este protocolo propuesto, es multidisciplinar, aporta una estrategia (adaptativa) global para abordar retos ecosistémicos y simplifica conceptos complejos para incrementar la eficiencia y el entendimiento de todas las personas que lo quieran aplicar (Savory y Butterfield, 2019) y pueden aportar soluciones de carácter integral y acordes con los tres pilares del Desarrollo Sostenible: social, económico y medioambiental. Diversos estudios han demostrado efectos positivos del MH en numerosos estudios en varios continentes, tipos de clima y especies ganaderas, no obstante, existen muy pocos estudios que contemplen el efecto del MH en las intensidades de parasitación (Rapiya et al. 2019).

## 2 Objetivos del estudio

La hipótesis de partida de este trabajo de investigación es que el sistema de pastoreo influye en el parasitismo gastrointestinal del ganado ovino en un sistema de dehesa, para lo cual se comparan dos modelos de pastoreo de ovejas: Pastoreo Rotacional Convencional (MC) frente a MH (MH). Teniendo en cuenta el marco teórico de *One Health*, en este trabajo se tendrán en cuenta variables relacionadas con la salud del pasto y del animal.

Los objetivos específicos que nos hemos fijado son:

- 1) Comparar la intensidad de parasitación por nematodos gastrointestinales y la CC entre ambos rebaños en MC y MH, específicamente:
  - a) Evaluar la intensidad de parasitación de nematodos gastrointestinales (NGI) en los animales en MC frente a MH
  - b) Analizar la diversidad de especies de larvas de NGI en los animales en MC frente a MH
  - c) Comparar la infestación de huevos y larvas L3 de NGI en el pasto en ambos tipos de sistemas
  - d) Valorar los cambios en la CC de las ovejas debidos al tipo de manejo, MC o MH
- 2) Identificar cómo influye el tipo de manejo en diversas variables analizadas relacionadas con el sistema Animal – Pasto – Parásito, bajo los dos modelos de pastoreo:
  - a) Identificar posibles cambios en la producción y la calidad nutricional del pasto debidos al tipo de manejo, MC o MH
    - i) Analizar la producción y la calidad nutricional del pasto de las parcelas en MC y MH.
  - b) Determinar la influencia de los dos tipos de manejo sobre la composición y diversidad florística del pasto, así como sobre el Índice de Salud del Pasto (ISP)

### **3 Metodología**

#### **3.1 Caracterización del área de estudio**

El estudio experimental ha sido llevado a cabo en el suroeste de la Península Ibérica, en la Finca experimental “Valdesequera”, del Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, de la Junta de Extremadura, España (+39° 3' 13.2228" N; -6° 50' 45.2112" O), a una altitud de 204 m sobre nivel Del mar. El presente estudio se desarrolló entre enero y septiembre de 2021 abarcando, por tanto, tres estaciones de un mismo año. La dehesa extremeña se caracteriza, en general, por un clima Mediterráneo semiárido, con inviernos fríos y veranos secos y cálidos. La precipitación anual varía entre 350 mm y 650 mm, con una distribución desigual. La interacción de la pluviometría y temperatura influye directamente en la disponibilidad y producción de pastos (Murillo y González, 2008; Márquez de Prado, et al., 2017). Según la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2021), los datos recopilados entre 1981-2010 (estación del Aeropuerto de Badajoz) indican una precipitación media anual de 444 mm, temperatura media mensual máxima de 34.8°C en julio y la temperatura mensual media mínima de 3.3°C en enero (Fig. 3.2.2) (Anexo 2). Los suelos de las dehesas son, en su mayoría, ácidos y pobres, especialmente en fósforo y nitrógeno. Su orografía es generalmente de penillanura, permitiendo una diferenciación de producción entre zonas altas y zonas bajas (Murillo y González, 2008; Márquez de Prado et al., 2017). En la finca se practica un sistema agrosilvopastoral basado en la ganadería extensiva de ovino, vacuno y porcino, que hasta finales de 2018 se gestionó mediante un sistema de MC en parcelas de manejo con bajas cargas ganaderas (0,3 UGM/ha de media). A partir de enero de 2019, una parte de las parcelas de la finca experimental Valdesequera, 62.5 ha (7 parcelas) para el MC y 62.5 ha (25 parcelas) para el MH.

#### **3.2 Caracterización y manejo del rebaño**

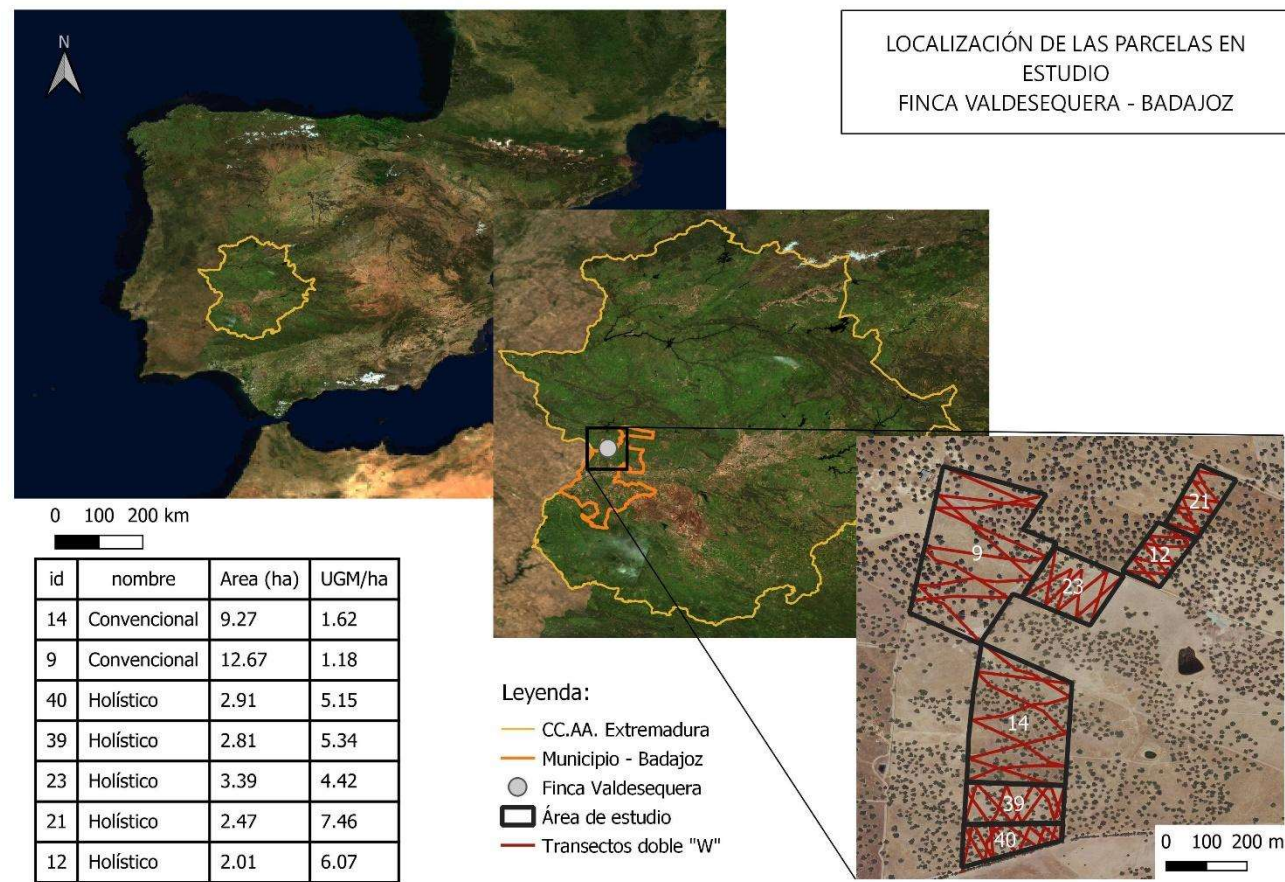
El estudio se enmarca en el grupo operativo GODEHESA junto a Universidad de Extremadura (UEX) y Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura (CICYTEX) iniciado en 2019 y se ha contado con dos rebaños experimentales bajo dos sistemas de pastoreo: MC y MH de ovejas merinas, cada rebaño formado por 100 ovejas. Ambos rebaños habían sido desparasitados con Ivermectina en junio del 2020 y han sido equilibrados en cuanto a edad de las ovejas, estado fisiológico y

CC, y siguen el mismo planteamiento productivo fisiológico durante el periodo de estudio contemplando tres épocas de cubrición, septiembre 2019, mayo 2020 y enero de 2021. En julio de 2020 han sido reconstituidos, tras la salida de desvieje.

El ensayo se desarrolló en 7 parcelas, actualmente destinadas al pastoreo de ganado ovino, en las que no se ha realizado ningún tipo de labor agrícola desde enero de 2019. Se trata de parcelas con distintos tamaños (Figura 3.1.1), con un estrato de arbolado disperso constituido por encinas (*Quercus ilex*) típica del Suroeste peninsular, y por un estrato herbáceo conformado por especies anuales y dominado por gramináceas. Las parcelas principales están valladas por malla metálica fija, y algunas de ellas están subdivididas en pequeñas parcelas a través de un pastor eléctrico. En el estudio se muestrearon 2 parcelas destinadas al MC (Figura 3.1.1, identificación de las parcelas, 14 y 9) y 5 parcelas destinadas al MH (Figura 3.1.1, identificación de las parcelas, 40, 39, 23, 21 y 12), con una media 10 ha/parcela y 2,4 ha/parcela, respectivamente.

Ambos rebaños son gestionados utilizando dos sistemas distintos de apoyo a las decisiones en la explotación, como se indica a continuación. El rebaño bajo el MC se basa en la toma de decisiones del equipo de trabajo sin un marco metodológico estandarizado, donde existe un sistema de rotación entre las parcelas, el tiempo de recuperación de cada parcela puede variar entre días a años, pastoreo, tal como el tiempo de pastoreo en cada parcela puede variar de días a meses. Habitualmente existe algunas parcelas de manejo fácil y más asequibles donde los animales suelen permanecer más tiempo. En este sistema de pastoreo la gestión depende directamente de la experiencia del gestor de los animales, de las instalaciones, del desarrollo técnico agroganadero y de los objetivos productivos de la finca. Se compatibiliza diariamente las necesidades de la finca y toma de decisiones que agilicen el manejo del rebaño. El control y organización de los tiempos de recuperación en cada parcela normalmente no son registradas ni tenidas en cuenta para la gestión del pastoreo. En este sistema de pastoreo la integración de los servicios ecosistémicos depende directamente de la experiencia del gestor y trabajadores de campo.

Figura 3.1. 1: Localización del área de estudio. Descripción de las parcelas según el tipo de manejo, superficie de cada parcela (ha) y cálculo de las Unidades de Ganado Mayor (UGM) por hectárea (ha), según Junta de Andalucía, 2021



El rebaño bajo el MH se gestiona de acuerdo con el marco conceptual MH propuesto por el Savory Institute. Para ello, lo primero es definir el “Contexto” de la finca, donde se identifican los objetivos del proyecto bajo una visión integral, es decir, se tiene en cuenta la calidad de vida de los trabajadores, el impacto sociológico local y medioambiental, objetivos productivos y se identifican las herramientas disponibles, ya sean recursos monetarios propios y ajenos como los recursos intrínsecos a la finca y tecnológicos. Por otro lado, se tiene en cuenta la distribución de humedad a lo largo del año, que permite tomar decisiones para la gestión del pastoreo. Se propone un pastoreo planificado semestralmente: plan abierto y plan cerrado. La diferencia entre plan abierto y cerrado es la época de crecimiento del pasto, es decir el plan abierto es cuando hay una época de crecimiento activa del pasto, entre octubre y mayo, y el plan cerrado es cuando no existe un crecimiento activo del pasto, entre junio y septiembre, para el caso de la dehesa extremeña. En el segundo caso se añaden a la planificación tres meses de reserva de sequía hasta fin de cada año. Cada planificación implica diferencias de gestión y se tiene en cuenta el tiempo de recuperación (TR), que se refiere al tiempo que transcurre desde que los animales salen de una parcela hasta que vuelven a pastorear esa misma parcela. En función de las condiciones bioclimáticas locales se establecen los TR para el plan abierto, en este caso se establecieron dos TR del pasto: 90 días al principio del plan y 45 días (marzo-abril y mayo). El tiempo de pastoreo (TP) en cada parcela surge de la fórmula  $TP = TR / (n - 1)$  donde ‘n’ es el número de parcelas disponibles cada mes. Para el plan cerrado se establece que, durante los meses de julio a septiembre, los animales solamente pasarán una vez por cada parcela, y, solo en caso necesario, se recurre a la planificación con las previsiones para reserva de sequía. En este caso un segundo periodo de pastoreo con TP más cortos, aplicando la fórmula anterior con TR=90 ó 45 (en plan abierto) y 120 días en plan cerrado, respectivamente. Los tiempos de descanso del pasto preestablecidos determinarán los tiempos de pastoreo de cada parcela en función de su producción y su calidad (en un gradiente de 1 a 5), determinada tras el análisis de los pastos según el método GRASS (Borrelli et al., 2013) en pico de producción vegetal, en primavera.

### **3.3 Protocolo Experimental**

#### **3.3.1 Estimación de la condición corporal e intensidad parasitación de los animales**

El presente estudio se ha iniciado con la cubrición de enero de 2021 y respectivo parto en junio de 2021. Para el desarrollo del estudio se seleccionaron de forma aleatoria 13 animales por cada sistema de manejo (MC versus MH) mientras pasaban por una manga. La CC, técnica que determina de manera indirecta el estado nutricional del animal, se estimó según la metodología propuesta por García-Romero (2008) mediante una escala de 5 puntos, donde la puntuación más alta (5) corresponde a obeso y la puntuación 3 a una buena condición. La medición se realiza mediante una palpación a nivel lumbar, que permite estimar la cantidad de grasa bajo la piel, valorando los niveles de reservas energéticas. Las medidas de condición corporal se realizaron en todos animales seleccionados y se midieron coincidiendo con la toma de muestras de las heces (Tabla 3.4.1). En los animales seleccionados se tomaron muestras de heces de forma individualizada en seis ocasiones, coincidiendo con los meses de enero, febrero, abril, mayo, julio y septiembre (Tabla 3.4.1), aunque no en todos los muestreos se pudieron analizar la totalidad de animales seleccionados. La extracción de heces se realizó directamente del recto de los animales (aprox. 5-10 g), para evitar contaminación cruzada, utilizando guantes desechables cuando estos pasaban a través de la manga. Cada muestra fue identificada por el número de crotal del animal (Anexo 2). Las muestras se conservaron en nevera hasta su análisis. El estudio parasitológico de todas las muestras fecales se llevó a cabo mediante un análisis coprológico cuantitativo en cámara de McMaster para determinar el número de huevos de nematodos gastrointestinales por gramo de materia fresca de heces (HPG). De forma adicional, en las muestras obtenidas durante el mes de enero se realizó un coprocultivo. Esta técnica permite obtener las larvas L3 a partir de los huevos presentes en las heces, realizando posteriormente la identificación de los géneros de nematodos gastrointestinales presentes en la muestra en base a la morfología de dichas L3. (Anexo 3) Para ello se utilizó la propuesta de identificación desarrollada por van Wyk et al. (2004) y van Wyk y Mayhew (2013) donde se tienen en cuenta parámetros como la presencia/ausencia de vaina, número, forma y disposición de las células intesti

Tabla 3.3.1: Diseño Experimental y muestreo (N: tamaño de la población; n: tamaño de la muestra) según el manejo, Manejo Convencional (MC) y Manejo Holístico (MH).

2021			Enero	Febrero	Abril	Mayo	Julio
Condición corporal	MC	n	13	13	13	13	13
	MH	n	13	13	13	13	12
Análisis de McMaster en heces (HPG)	MC	n	13	12	13	13	13
	MH	n	13	13	11	13	11
Coprocultivo	MC	n	3	-	-	-	-
	MH	n	3	-	-	-	-
Análisis de McMaster en el pasto	MC	n	2	-	2	-	-
	MH	n	5	-	5	-	-
Producción del pasto	MC	n	-	-	12	-	-
	MH	n	-	-	10	-	-
Altura del pasto	MC	n	-	-	12	-	-
	MH	n	-	-	10	-	-
Calidad nutricional del pasto	MC	n	-	-	12	-	-
	MH	n	-	-	10	-	-
Composición florística e índice de Salud del Pasto (ISP)	MC	n	-	-	1	-	-
	MH	n	-	-	4	-	-

nales, forma del esófago, longitud total de la larva, longitud del ano al extremo de la cola y longitud del ano al de la vaina (Anexo 3), y expresadas en kg por MS. La diversidad larvaria se cuantificó mediante el Índice de Shannon ( $H'_L$ ) (Shannon y Weaver, 1949),  $H' = -\sum p_i \cdot \log(p_i)$ , siendo  $p_i$  el número de individuos de la especie  $i$  en relación con el número total de individuos. Para el control de las variables epidemiológicas se registran diariamente, para cada rebaño experimental, las bajas, las causas respectivas a la baja y los periodos de pastoreo en cada parcela, de forma diferenciada según el tipo de manejo. Todas las cercas están provistas de toma de agua con bebederos fijos o móviles.



### **3.3.2 Estimación de la intensidad de parasitación en el pasto**

Por otra parte, y con el fin de cuantificar la presencia de larvas de nematodos en el pasto, coincidiendo con la obtención de muestras fecales de los animales durante los meses de enero y abril se ha realizado una recogida sistemática de muestras de pasto según la técnica doble W (Taylor, 1939) (Figura 3.1.1 y Tabla 3.4.1). Estos itinerarios fueron georreferenciados con un equipo Garmin - GPSMAP 60CS. La extracción de las larvas del pasto ha seguido el protocolo propuesto por Demeler et al. (2012), realizando posteriormente una cuantificación de las larvas mediante la técnica de Mc Máster. Se ha medido la MS de cada muestra de pasto de cada parcela.

### **3.3.3 Salud, producción y calidad nutritiva de los pastos**

Se ha realizado una monitorización de los pastos (Tabla 3.4.1) de acuerdo con el estándar GRASS (Borrelli et al., 2013) adaptado por los equipos de Gerardo Moreno (UEX) y ACYTVA para el proyecto GoDEHESA. Éste consiste en una monitorización rápida anual en momento de máxima producción de biomasa en primavera (ISP) con plan de muestreo por toda la finca y una monitorización a largo plazo comparando dos parcelas, una de cada método de pastoreo, MC y MH. En el primer caso se trata de un método basado en el área de referencia para la dehesa mediante el análisis del grado de alejamiento de una decena de parámetros que permiten monitorizar los ciclos del ecosistema: biodiversidad, ciclo de los nutrientes y flujo de la energía. En el segundo caso se incorporan pruebas paramétricas como biodiversidad de pratenses, inventario forestal, composición del suelo, infiltración de agua y monitor fotográfico. Durante la monitorización rápida se ha realizado una estimación indirecta de disponibilidad de forraje, mediante el método del lado parcela según se describe en el estándar GRASS (Borrelli et al., 2013) que contempla la superficie mínima que precisa una oveja seca para satisfacer sus necesidades un día, medido en el pico de producción vegetal en primavera. Los datos relativos a la diversidad florística han sido transformados al Índice de Shannon, para cuantificar la biodiversidad de diferentes parcelas ( $H'_H$ ).

Para evaluar la producción y la calidad nutritiva del pasto disponible, en el máximo de producción primaveral (abril) se tomaron muestras aleatorias a lo largo de los transectos en doble "W" definidos para el muestreo la estimación de la

carga de larvas L3 en el pasto (Figura 3.1.1). En cada parcela de manejo convencional se tomaron 6 muestras de pasto (12 en total) y para el MH, 2 muestras (10 en total). En cada punto de muestreo se midió en 5 puntos distintos la altura media del pasto y posteriormente se segó, con una segadora eléctrica, una muestra de pasto en una superficie de 50x50 cm, con ayuda de un marco de PVC (Tabla 3.4.1) (Anexo 4). Las muestras se secaron en estufa a 65°C durante 48 horas y se pesaron para obtener la producción de MS (kg MS/ha). A continuación, las muestras se molieron hasta obtener partículas inferiores a 1 mm en un molino IKA MF10, IKA-Werke, Staufen, Denmark. Una vez molidas, las muestras se analizaron en el laboratorio del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural para valorar la calidad químico-bromatológica del pasto. Específicamente, se analizó el contenido en Nitrógeno (N), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Ácido Detergente (FAD), Lignina Ácido Detergente (LAD) y cenizas. El contenido en N se determinó mediante el método Kjeldahl. La proteína bruta se estimó multiplicando el contenido en N x 6.25. El contenido en FND, FAD y LAD (Van Soest et al. 1991) se cuantificaron mediante un analizador de fibras Ankom (Ankom Technol. Corp., Fairport, NY, USA). El contenido en cenizas se obtuvo por incineración a 550 ° C. Todos los resultados se expresan sobre MS. Una vez realizado el análisis de laboratorio, se calculó el Valor Relativo del Forraje (VRF), índice que combina la ingesta potencial de forraje (ingestibilidad de la MS, DMI) y su digestibilidad (MS digestible, DDM), basados en las fracciones FND y FAD, respectivamente (Linn and Martin 1989). Norma de calidad del forraje = excelente (VRF>151), 1ª (151-125), 2ª (124-103), 3ª (102-87), 4ª (86-75) y 5ª (<75).

### **3.4 Análisis de datos**

Considerando los resultados de la técnica de McMaster, se consideraron varias categorías según, el grado de positividad (valores superiores a cero) e intensidad: baja (>0 - 50), media-baja (> 50 – 250), media (>500 - 1000) y alta (> 1000).

El procesamiento estadístico de los datos obtenidos se realizó mediante el paquete estadístico R, versión 4.0.5. Debido a que los datos no siguen una distribución normal (prueba de Kolmogorov-Smirnov:  $p < 0.01$ ), se utilizó sistemáticamente un abordaje no paramétrico con la prueba de correlación de Spearman, Pairwise Testing ajustada al método de Bonferroni y la prueba de Krukall-Wallis

para comparar las variables de CC (CC) y huevos de nematodos/gr de heces (HPG), así como las variables Animal – Pasto – Parásito para comparar los hallazgos en ambos sistemas manejos, MC y MH. Los resultados con un valor de  $p < 0.05$  fueron considerados estadísticamente significativos.

Para comparar la respuesta de las variables de la trilogía Animal-Pasto-Parásito en función de los dos tratamientos (Convencional y Holístico), se aplicó la técnica multivariante, el Análisis de los Componentes Principales (ACP) como un análisis exploratorio de datos no supervisados.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Parasitación por nematodos gastrointestinales y condición corporal en ambos rebaños de manejo

#### 4.1.1 Intensidad de Parasitación en muestras de heces

Los resultados relativos a la presencia de huevos de nematodos en las heces se señalan en la Tabla 4.1.1.1 y en la Figura 4.1.1.1. En el rebaño mantenido en MC, donde se parte de un porcentaje inferior de ovejas parasitadas en el primer muestreo (46,2%) para incrementarse de forma aritméticamente en el mes de abril (84,6%) momento a partir del cual se reduce el porcentaje hasta el 23,1% observado en el muestreo de junio. La evolución fue diferente en el rebaño con el MH, el porcentaje de ovejas parasitadas según la técnica de McMaster fue del 61,5% en el muestreo de enero, momento a partir del cual se produce un descenso progresivo hasta alcanzar 9,1% en el último muestreo realizado (junio).

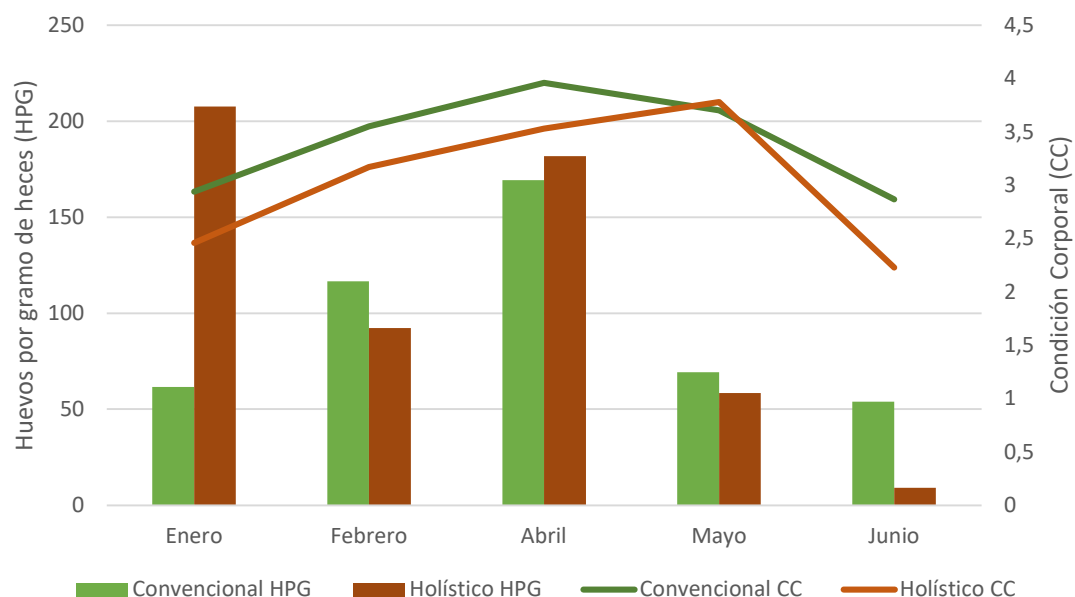
Tabla 4.1.1.1: Estudio coprológico mediante la técnica de McMaster en rebaños mantenidos en dos sistemas de manejo (convencional versus holístico). Porcentaje de ovejas infectadas por nematodos gastrointestinales y distribución según el recuento de huevos por gramo de heces (HPG)

Convencional	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio
Positividad McMaster	46%	42%	85%	54%	23%
> 0 - 50	0%	0%	0%	0%	0%
50 - 250	46%	25%	69%	46%	15%
> 250 - 500	0%	8%	15%	8%	8%
> 500 - 1000	0%	8%	0%	0%	0%
> 1000	0%	0	0%	0%	0%
<b>Holístico</b>					
Positividad McMaster	62%	46%	55%	46%	9%
> 0 - 50	0%	0%	0%	0%	0%
50 - 250	15%	38%	27%	38%	9%
> 250 - 500	38%	8%	18%	8%	0%
> 500 - 1000	8%	0%	9%	0%	0%
> 1000	0%	0%	0%	0%	0%

En el análisis del recuento de huevos por gramo de heces, se destacan los casos superiores a 500 y 1000 HPG, considerados como una intensidad media y alta, respectivamente. La mayoría de los animales positivos según la técnica de

McMaster fueron incluidos en la categoría de 50 - 250 HPG en todos los muestreos y en ambos sistemas de manejo, exceptuando enero para el rebaño MH donde hubo un predominio de la categoría 250 – 500. Dentro de los resultados localizados entre 0 – 250 HPG, se incluyen 108 observaciones de las cuales 66 tienen un valor igual a cero, 28 un valor igual a 100 y 14 con un valor igual 200 HPG. En el rebaño mantenido en MC se ha observado 1 caso en la categoría 500-1000, en el mes de febrero, y dos casos en el rebaño mantenido en MH, en el mes de enero y abril, no observándose ninguno con un recuento superior a 1000 HPG.

Figura 4.1.1.1: Variación mensual media de la CC y del número de huevos por gramo de heces (HPG), según manejo (Convencional o Holístico).



Los valores de la media de huevos por gramo de heces en la totalidad de animales analizados en cada muestreo revelan una evolución similar a la anteriormente descrita (Tabla 4.1.1.2), en manejo convencional se parte nuevamente de una media inferior en el mes de enero (61HPG) para incrementarse hasta abril (169HPG) y descender progresivamente hasta el mes de junio, aunque con un valor superior al observado en el rebaño holístico. En lo animales en MH, entre enero y febrero hay una baja y a partir de abril existe un descenso progresivo desde 207 HPG observado en el mes de enero en el rebaño holístico hasta valores de tan sólo 9.09 HPG identificados en junio en dicho rebaño.

El estudio estadístico de los valores relativos a la intensidad de parasitación media según los diferentes manejos (MC y MH) no identifica diferencias significativas.

Tabla 4.1.1.2: Parámetros estadísticos para las variables de intensidad de parasitación por meses de muestreo según manejo (Convencional y Holístico)  $\mu$ : media,  $\sigma$ : desviación estándar, CV: Coeficiente de Variación.

Intensidad de parasitación (HPG)						
Convencional						
$\mu$	61,54	116,67	169,23	69,23	53,85	
$\sigma$	76,79	185,05	125,06	85,49	139,14	
CV	124,79	158,61	73,90	123,48	258,40	
Holístico						
	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	
$\mu$	207,69	92,31	181,82	58,46	9,09	
$\sigma$	217,80	125,58	275,02	78,09	30,15	
CV	104,87	136,04	151,26	133,57	331,66	

#### 4.1.2 Diversidad de nematodos gastrointestinales en muestras de heces

Se ha realizado un coprocultivo durante el mes de enero para identificar la diversidad de nematodos gastrointestinales en los animales parasitados. En el rebaño mantenido con MC se han identificado un total de 86 larvas L3, con predominio mayoritario de dos especies: *Cooperia* spp. (67.47%) y *Trichostrongylus falculatus* (24.10%), y de forma esporádica otras como *Ostertagia circumcincta* (3.61%), *Trichostrongylus* spp. (2.41%), *Chabertia ovina* (1.20%) y *Oesophagostomum* spp (1.20%). El índice de Shannon en este rebaño fue 0.84. En cuanto al rebaño mantenido en MH, se han identificado un total de 90 larvas L3, con predominio mayoritario de tres especies: *Trichostrongylus* spp. (38.89%), *Ostertagia circumcincta* (26.67%) y *Trichostrongylus axei* (13.33%), y la presencia esporádica de *Cooperia* spp. (12.22%), *Trichostrongylus falculatus* (4.44%) *Chabertia ovina* (2.22%), y *Nematodirus spathigner* (1.11%), *Trichostrongylus culibriforme* (1.11%). El índice de Shannon obtenido es 1.06. (Figura 4.1.2.1) El Índice de Shannon referente a la diversidad larvaria de larvas L3 presenta diferencias aritméticas según el manejo (Tabla 4.1.2.1).

Figura 4.1.2.1: Abundancia relativa media (%) de las diferentes especies de Larvas Gastrointestinales observadas en ambos sistemas de manejo Convencional (Color naranja) y Holístico (color azul).

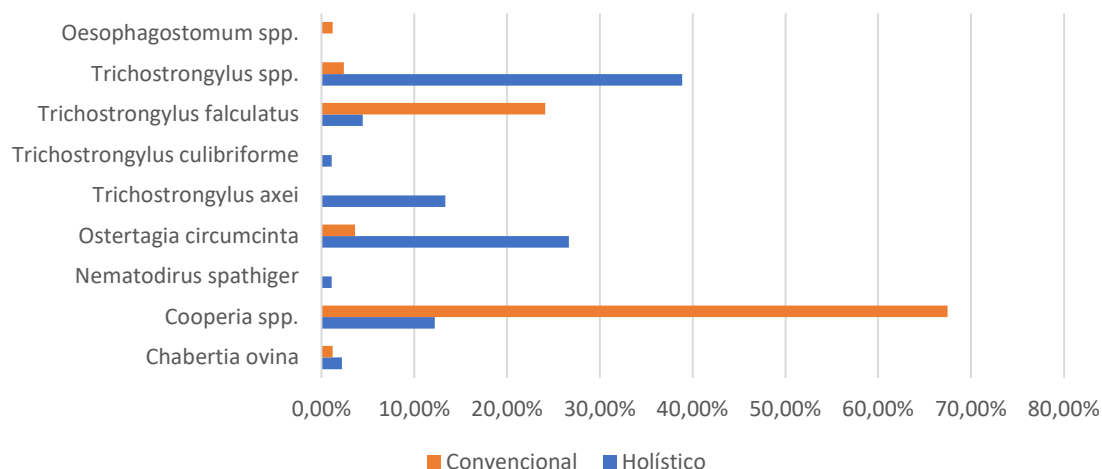


Tabla 4.1.2.1.: Efecto individual de variables características del sistema de producción y su efecto con relación al manejo.

Variable	Manejo		
	$\mu \pm \sigma$	<i>n</i>	Sig. <sup>a</sup>
Animal			
Condición Corporal	2,504±0,33	26	***
UGM/ha	3,806±2,52	7	**
Pasto			
T MS/ha	1,973±0,72	22	ns.
% Proteína Bruta	8,686±1,59	22	ns.
% NDF	60,84±4,86	22	ns.
%ADF	33,26±2,54	22	ns.
% ADL	2,436±1,18	22	ns.
Celulose	30,83±2,24	22	ns.
Hemicelulosa	27,58±4,10	22	*
IMS	1,984±0,16	22	ns.
DMS	62,99±1,98	22	ns.
VRF	97,01±9,86	22	ns.
Altura	36,43±15,12	22	(*)
Índice Shannon Herbáceas	2,98±0,14	5	ns.
Parásito			
Huevos de NGI en Pasto	4863±4761,98	7	*
Larvas de NGI en Pasto	69,76±35,1	7	n.s.
Índice Shannon Larvario	0,97±0,11	2	***

$\mu$  Media,  $\sigma$  desviación estándar, Sig.=nivel de significación (Test de Krukall wallis) para comparar el efecto de los dos tipos de manejo en estudio. ns = no significativo (\*) =  $p < 0.10$ , \* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.01$ , \*\*\* =  $p < 0.001$ .

T MS/ha: Toneladas por Materia Seca por hectárea

#### 4.1.3 Nematodos gastrointestinales en muestras de pasto

El análisis de los resultados relativos a la presencia de huevos y larvas L3 de NGI en el pasto (Tabla 4.1.3.1) indica que, en el muestreo de enero, las cifras de huevos por kilo de MS son muy superiores en el rebaño con MH en comparación con el rebaño convencional (51 669.5 *versus* 3 100.5 huevos de NGI por kg/MS), situación que se invierte al comparar el recuento de L3 (877.6 *versus* 924.8 L3 kg/MS, respectivamente). Las diferencias en el recuento de huevos entre ambos sistemas se mantienen en el muestreo de abril, pero la situación se invierte en cuanto a la presencia de L3, que fueron más abundantes en los pastos aprovechados por el rebaño holístico. Al separar por manejos se observó diferencias significativas según fechas de muestreo para la intensidad media de huevos de NGI kg/MS en el pasto ( $p < 0.05$ ), sin embargo, en la correlación de Spearman este carácter no se observa tan marcado ( $r = 0.45$ ,  $p = 0.107$ ), en cuanto a la intensidad media de larvas L3 kg/MS no se observan diferencias significativas separar por manejos (Tabla 4.1.2.1).

Tabla 4.1.3.1: Valor medio ( $\mu$ ), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (CV), relativos a la cuantificación mediante la técnica de McMaster, de huevos gastrointestinales (Huevos NGI) y Larvas L3 presentes en el pasto, por kg/MS durante los meses de enero y abril de 2021.

	Enero		Abril	
	Huevos NGI	Larvas L3	Huevos NGI	Larvas L3
<b>Convencional</b>				
$\mu$	3 100,5	924,8	3 654,1	123,2
DS	4 130,5	645,9	2 956,5	205,7
CV	375,1	196,7	227,8	470,1
<b>Holístico</b>				
$\mu$	51 669,5	877,6	32 495,0	452,9
DS	52 086,2	849,4	27 079,0	504,3
CV	462,3	443,8	382,1	510,6

#### 4.1.4 Condición Corporal e intensidad de parasitación

Se han tomado 129 mediciones de CC, de las cuales un 17.83% presentaron valores inferiores a 2.5 de puntuación, 42.64% valores entre 2.5-3.5 y 39.53% valores superiores a 3.5 de puntuación. Los valores de la media, desviación estándar y coeficiente de variación se pueden observar en la Tabla 4.1.4.1 y su progresión en la Figura 4.1.1.1. Los valores de la media de la CC en MC parten nuevamente de una media superior en el mes de enero (2.9) para incrementarse hasta abril (3.96) y con una bajada más acentuada entre el mes de mayo y junio



(2.87). En los animales en MH, se revela el mismo comportamiento que para el MC manteniendo valores medios inferiores, una subida progresiva (2.46) entre enero y mayo (3.78) y una baja en junio. En el mes de mayo es el único mes que el MH tiene un valor medio superior al rebaño en MC. Durante el estudio se detecta que existen diferencias significativas sobre la CC media al separar por manejos en todos los meses de estudio (Tabla 4.1.2.1).

Tabla 4.1.4.1: Parámetros estadísticos para las variables de Condición Corporal e intensidad de parasitación por meses de muestreo según manejo (Holístico y Convencional)  $\mu$ : media,  $\sigma$ : desviación estándar, CV: Coeficiente de Variación.

Condición Corporal						
Convencional*	Enero	Febrero	Abril	Mayo	Junio	
$\mu$	2,94	3,55	3,96	3,70	2,87	
$\sigma$	0,69	0,52	0,29	0,89	0,53	
CV	23,31	14,54	7,40	24,17	18,52	
Holístico*						
$\mu$	2,46	3,17	3,53	3,78	2,23	
$\sigma$	0,58	0,37	0,38	0,26	0,81	
CV	23,40	11,76	10,87	6,98	36,24	

\*  $P < 0.05$

Al comparar ambos sistemas de manejo se comprueba que los valores medios de carga parasitaria y CC a lo largo del estudio son equidistribuidos, no observándose diferencias estadísticamente significativas.

## 4.2 Efecto del tipo de manejo (convencional u holístico) sobre las características del pasto: producción, calidad, altura, composición florística, diversidad e índice de salud del pasto (ISP)

En la tabla 4.2.1. se muestran los promedios, para cada sistema de manejo, de producción, altura y análisis químico-bromatológico del pasto: contenido en proteína bruta (PB), FND, FAD, LAD, Celulosa, Hemicelulosa, y Valor Relativo del Forraje (VRF). Para el MC se han analizado 12 muestras y para el MH 10 muestras en total (Tabla 4.2.1). Según la norma de calidad del forraje, valores de VRF, los resultados indican que se trata de un pasto de 3ª categoría de calidad, excepto las parcelas 21 y 12 que serían de 2ª. En cuanto a la Hemicelulosa, se observó un contenido significativamente menor en el MH que en el convencional ( $p < 0.05$ ) (Tabla 4.1.2.1 y Tabla 4.2.1). El resto de las variables analizadas no mostró diferencias significativas entre ambos manejos.

Tabla 4.2.1: Composición nutricional del pasto en las diferentes parcelas en estudio, relativas al mes de abril.

Variable	Tipo de manejo		Sig. <sup>a</sup>
	Convencional n = 12	Holístico n = 10	
	Media ± SD	Media ± SD	
Producción (tMS/ha)	1.4 ± 0.5	2.0 ± 0.8	ns
Altura (cm)	26.8 ± 8.0	41.4 ± 16.1	(*)
Análisis químico-bromatológico (en % de materia seca, excepto Clasificación calidad)			
PB	9.4 ± 2.2	8.7 ± 1.6	ns
Cenizas	6.8 ± 1.9	7.0 ± 1.7	ns
Hemicelulosa	27.9 ± 3.1	25.6 ± 3.8	*
Celulosa	29.8 ± 2.9	30.8 ± 1.6	ns
FND	60.2 ± 4.9	59.2 ± 3.9	ns
FAD	32.3 ± 3.0	33.5 ± 2.2	ns
LAD	2.4 ± 0.8	2.8 ± 1.3	ns
ADA	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2	ns
IMS	2.0 ± 0.2	2.0 ± 0.1	ns
DMS	63.8 ± 2.3	62.8 ± 1.7	ns
VRF	99.4 ± 10.9	99.1 ± 8.1	ns

Sig.=nivel de significación (Test de Krukall wallis) ns = no significativo (\*) =  $p < 0.10$ , \* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.01$ , \*\*\* =  $p < 0.001$ .

PB: % de Proteína Bruta, NDF: % de Fibra Detergente Neutro, ADF: % de Fibra Ácido Detergente, ADL: % de Lignina Ácido Detergente, C: % de Celulose, H: % Hemicelulosa, IMS: Ingestión de la Materia Seca, DMS: Digestibilidad de la Materia Seca, VRF: Valor Relativo del Forraje.

En relación con la composición florística, existe un predominio de las gramíneas (Poaceae), seguido de las Compuestas (Asteraceae) y Leguminosas (Fabaceae) (Anexo 6). Adicionalmente, se identificaron otras familias botánicas. En color naranja se destacan las especies de herbáceas encontradas exclusivamente en la parcela de MC. La riqueza de especies, o biodiversidad de especies, es de 20 a 32 especies para el MH (n=4) y de 33 especies en el caso de la parcela de MC.

En cuanto a los valores medios de la altura del pasto (Tabla 4.2.2), obtenidos del rebaño en MC no sobrepasan los 30 cm, y el rebaño en MH presenta valores que ascienden 51.6 cm de altura media y presentó una correlación positiva muy débil ( $p < 0.10$ ) (Tabla 4.1.2.1 y Tabla 4.2.1). En relación con el índice Shannon,

se observa que el valor más alto se localiza en la parcela 12, seguida de la 40 y de la 9 (tabla 4.2.2)

En toda la finca de Valdesequera se encuentran varias estaciones de muestreo para la medición del ISP. En la tabla 4.2.2 se recogen los valores obtenidos del ISP en dos parcelas del área de estudio.

Tabla 4.2.2: Valores de altura media del pasto (cm), diversidad (índice de Shannon) y resultados del Índice de Salud de Pastizales (ISP) (datos cedidos por Begoña Lozado, 2021) relativos a diferentes parcelas del área de estudio, Convencional y Holístico respectivamente.

Parcela	Convencional		Holístico				
	14	9	40	39	23	21	12
Altura	24,8	28,9	26,3	38,6	51,6	40,6	49,9
Índice de Shannon	-	3,1	3,0	-	2,8	2,8	3,1
Herbáceas	-	32,1	-	-	28,8	-	-

### 4.3 Efectos del manejo sobre los componentes ‘animal’, ‘pasto’ y ‘parásitos’

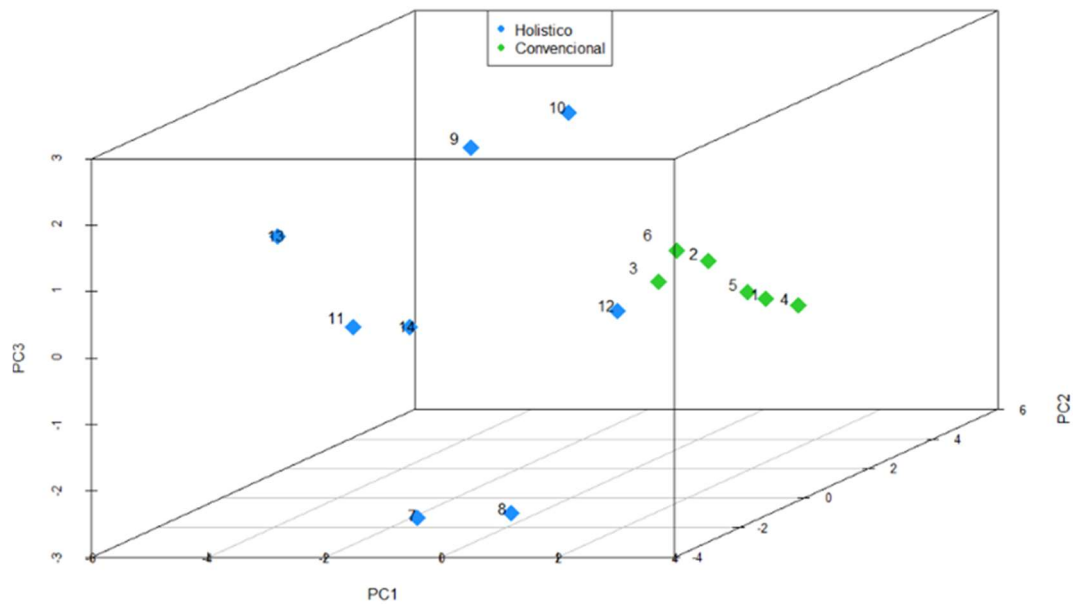
Se consideran independientemente 3 grupos de variables, Animal, Pasto y Parásitos que presentan un efecto significativo sobre el manejo (Tabla 4.1.2.1.).

Según los resultados observados en la Tabla 4.1.2.1, se decidió realizar un Análisis de Componentes principales (ACP), como un análisis exploratorio multivariante de datos no supervisado. Para ello se han analizado 19 variables bajo dos tratamientos distintos, Convencional y Holístico, obteniendo la Figura 4.2.2.1 Este análisis ha reducido a 14 componentes principales. La reducción a tres componentes principales (PC1, PC2 y PC3) sugiere una fuerte relación y explica un 80.13% de la varianza total. Las observaciones para este análisis son un total de 14, y las primeras 6 (numeración en la Figura 4.2.2.1 de 1 al 6) se refieren al MC, y de 7 a 14 se refiere al MH. Es relevante observar la localización de los datos en lo que se refiere al MC.

Se ha modelizado mediante un método de aprendizaje automático teniendo en cuenta los datos de 19 variables en 14 observaciones relativos a dos tratamientos distintos, Convencional y Holístico. La reducción a tres componentes principales (PC1, PC2 y PC3) sugiere una fuerte relación y explica un 80.13% de la varianza total. Las observaciones para este análisis son en un total de 14 y las

primeras 6 (numeración en la Figura 4.2.2.1 de 1 al 6) se refieren al MC, y de 7 a 14 se refiere al MH. Es relevante observar la localización de los datos en lo que se refiere al MC con una localización muy próxima, relativo al MH los datos tienen una localización más dispersa entre los tres ejes

Figura 4.2.2.1: Análisis de los componentes principales. A color verde se localizan los datos referentes al MC y a color azul, MH.



## **5 Discusión**

### **5.1 Parasitación por nematodos gastrointestinales y condición corporal en distintos sistemas de manejos**

#### **5.1.1 Intensidad de Parasitación en muestras de heces**

La técnica de McMaster Modificada es ampliamente utilizada para el recuento de huevos y otras fases evolutivas de parásitos en muestras de heces. Es un método cuantitativo que permite determinar la intensidad de parasitación, aunque conviene tener en cuenta sus limitaciones, como la posibilidad de obtener falsos negativos (Soulsby, 1986). Por otro lado, es muy importante tener en cuenta sus limitaciones, según Bosco et al. (2018), comparó cuatro modificaciones de la técnica de McMaster, concluyendo que esta prueba garantiza una sensibilidad, precisión y fiabilidad es adecuada para valores superiores a 50 HPG. Esta limitación de la técnica actualmente es muy importante, considerando la problemática creciente frente a las resistencias a los antihelmínticos. Cabe resaltar que en este estudio la mayoría de las muestras analizadas han tenido valores entre 50 - 250 HPG. Y se ha observado 3 animales con valores superiores a 500 HPG y no se ha observado valores superiores a 1000 HPG.

La variación de HPG a lo largo del estudio, revela un incremento en el muestreo realizado en los meses de abril y mayo, coincidiendo con la época de parto de las ovejas. El incremento es evidente en ambos sistemas de manejo, pero más acusado en las ovejas mantenidas en el sistema convencional. En el periparto es un momento susceptible de desarrollo de infecciones parasitarias, debido a las alteraciones hormonales que afectan directamente la inmunidad (Prolactina) (Craig, 2018), siendo un momento crucial de control y de toma de decisiones, para la salud reproductiva del rebaño.

Tanto las cifras del porcentaje de animales analizados, como los valores medios de recuento de huevos y la desviación estándar en animales analizados muestra un patrón semejante en ambos sistemas de manejo, con cifras elevadas en los meses de abril y mayo y descenso en el muestreo de junio, aunque los valores de partida fueron muy superiores en el rebaño holístico (muestreo de enero), tanto en el porcentaje de animales positivos (62% *versus* 46%) como en las cifras de recuento (207.69 *versus* 61.54 HPG). En ambos sistemas se observan coefi-

cientes de variación amplios relativos a la media del grupo, lo que según Sargison (2013) destaca la variación individual pero no explica la epidemiología del grupo y revela las limitaciones de los programas de desparasitación, útiles para restablecer el nivel productivo y bienestar del rebaño, aunque se topan con el inconveniente de la contaminación permanente del pasto.

La comparación de los parámetros de parasitación no demuestra diferencias significativas cuando se comparan los rebaños mantenidos en ambos sistemas de manejo, aunque la interpretación de los resultados no debe ser rígida, puesto que es necesario contextualizar los resultados y éstos sugieren la necesidad de ampliar el periodo de estudio, que por condicionantes diversas se ha visto limitado a un periodo de seis meses.

En la bibliografía consultada se han detectado diversas causas que pueden condicionar los resultados en este tipo de estudios coprológicos, algunas inherentes a errores de muestreo, número de muestras necesarias, análisis individuales *versus* grupales, cantidad de heces utilizada y tipo de metodología de la técnica utilizada. Por otro lado, se destacan factores inherentes a la biología de los parásitos como el número de hembras adultas y su patogenicidad, los géneros de nematodos predominantes y el periodo de prepatencia de las infecciones y aspectos relacionados con el clima y la geografía. Por último, se señalan factores inherentes al manejo y al hospedador como la edad, estado y condición fisiológica, historial de parasitismo y desparasitaciones, densidad del rebaño, gestión del pastoreo, alimento ingerido y la hora de recogida de la muestra (Vadlejch et al., 2011; Sargison, 2013; Bosco et al. 2018).

Los análisis coprológicos cuantitativos resultan de utilidad para vigilar las estrategias de control sanitario, siempre que se realizan de forma periódica y repetitivas según los periodos de pastoreo del rebaño, teniendo en cuenta toda la finca y la estacionalidad, permitiendo de esta manera entender los cambios epidemiológicos del parasitismo por nematodos, la caracterización de la parasitofauna y la elección de antihelmínticos apropiados (Sargison, 2013; Calvete et al., 2020)

### **5.1.2 Diversidad de nematodos gastrointestinales en muestras de heces**

La identificación larvaria mediante la metodología propuesta por van Wyk y Mayhew (2013) es una alternativa utilizada en la bibliografía especializada, aunque

requiere experiencia y para asegurar una correcta identificación es recomendable analizar variables adicionales relacionadas con la longitud de distintas partes de la larva o el número de las células intestinales.

En el presente trabajo, el análisis de la identidad de los nematodos parásitos de las ovejas en el muestreo del mes de enero revela una amplia diversidad en la parasitofauna de los rebaños objeto de estudio, con un total de seis géneros de nematodos identificados (*Trichostrongylus*, *Ostertagia*, *Cooperia*, *Oesophagostomum*, *Nematodirus*, *Chabertia*) indicativos del predominio de infecciones mixtas, aunque con diferencias en los géneros predominantes según el sistema de manejo. En el rebaño con MC predominaron los géneros *Trichostrongylus*, al que fueron asignados más de la cuarta parte de las larvas analizadas y especialmente el género *Cooperia*, representado por más del 67% de las larvas analizadas tras el coprocultivo, mientras que otros géneros como *Ostertagia*, *Chabertia* y *Oesophagostomum* no representaron más del 6% de las larvas analizadas. Autores como Coles et al. (2001) denuncian la existencia de resistencias de este nematodo frente a lactonas macrocíclicas como la ivermectina. Más de la mitad de las larvas identificadas en el rebaño mantenido con MH se asignaron al género *Trichostrongylus*, que junto con *Ostertagia* representaban en torno al 85% de los nematodos recuperados del coprocultivo, mientras que *Cooperia* tuvo un papel minoritario en este rebaño, con poco más del 10% de las larvas analizadas. *Trichostrongylus* spp. y *Ostertagia circumcincta* están presentes en climas mediterráneos (O'Connor et al., 2006; Craig, 2018). Cabe destacar que en el género *Trichostrongylus* spp. se han observado resistencias para casi todos antihelmínticos en distintas zonas del planeta, incluyendo la ivermectina, molécula utilizada para la desparasitación de ambos rebaños previa a la realización de este estudio (Fleming et al., 2006).

Las diferencias de poblaciones parasitarias según manejo han sido señaladas en estudios previos de la literatura científica. Ruiz-Huidobro et al. (2019) no observaron diferencias significativas en la intensidad de parasitación por nematodos gastrointestinales al comparar rebaños de ovejas mantenidas en dos sistemas de manejo (MC y pastoreo intensivo “*Intensive Cell Grazing*”, sistema de pastoreo que utiliza altas densidades animales de manera similar al MH, aunque sin un marco flexible para mejorar la toma de decisiones) en un estudio realizado

durante un periodo de 2 años. Sin embargo, estos investigadores sí observaron diferencias en la proporción de distintos géneros larvarios, sobre todo de *Haemonchus contortus*, cuya presencia fue inferior en el sistema intensivo, de forma semejante a lo descrito por Colvin et al. (2012) para *Trichostrongylus* spp. Ambos estudios indican la posibilidad de este sistema de pastoreo puede limitar la importancia del efecto patogénico de este parásito. Según Cabaret et al. (2002), la intensidad de parasitación tiene una correlación negativa con la diversidad de especies, lo que sugiere que las comunidades más diversas (mayor H'L) estaban mejor controladas por el hospedador.

Aunque fueron varios los géneros identificados en ambos sistemas de manejo, la diversidad de especies (H'L) fue superior en el MH, los hallazgos del presente trabajo fueron obtenidos durante un único muestreo y por tanto se deben considerar resultados preliminares, siendo necesaria repetir la identificación larvaria en posteriores estudios para confirmar si las diferencias observadas se mantienen y comprender la epidemiología de las poblaciones larvarias y su interacción con las variables que afectan la relación Hospedador-Parasito, como es la gestión del pastoreo y la salud del animal

### **5.1.3 Nematodos gastrointestinales en muestras de pasto**

La metodología de doble W utilizada para la recogida de las muestras de pasto ha resultado compleja y muy laboriosa, debido fundamentalmente al tamaño de las parcelas. La identificación de las larvas de nematodos según el protocolo experimental propuesto por Demeler et al. (2012) también resultó ser una ardua tarea, debido fundamentalmente a la suciedad del sedimento recuperado tras los lavados del pasto, que impedían contabilizar las L3 en el análisis microscópico de las alícuotas. Ante estas situaciones, Molento et al. (2016) proponen procesar el sedimento con la técnica método de Baermann, alternativa que en nuestro caso no fue posible debido al elevado volumen de material recogido. Las parcelas en estudio son muy grandes en extensión y las cantidades de sedimento extraídos tras la centrifugación oscilaba entre 80 y 700 ml por parcela, lo que hace incompatible la alternativa mencionada anteriormente. Ante esta situación, optamos por el recuento de huevos y larvas mediante la técnica de flotación de McMaster, alternativa que no ha sido descrita previamente en la bibliografía.



No se han observado diferencias significativas en la presencia de larvas en el pasto cuando se compara el conjunto de resultados en ambos sistemas de manejo, aunque sí se aprecian diferencias en los hallazgos relativos a valores de huevos y larvas según el mes, con una correlación negativa y positiva (respectivamente). No obstante, diversos condicionantes en la ejecución de este trabajo limitaron la recogida de muestras de pasto a tan solo dos meses, por lo que no se pueden adelantar conclusiones definitivas sobre la influencia del manejo en la presencia de larvas en el pasto, para lo cual se necesitaría prolongar el periodo de estudio y repetir los muestreos. No obstante, el hecho de que la recogida de muestras en doble W esté georreferenciada, permite hacer seguimientos en estudios posteriores.

La propuesta de Verschave et al. (2015), donde compara el método de doble W con la toma de 4 muestras de pasto en una superficie de 40x40 cm al azar, principalmente para parcelas con un tamaño superior a 1 ha, observa que los resultados son similares. A pesar de que necesite más estudios, resulta de interés por sus potencialidades tanto en agilizar el protocolo de recogida de muestras, como facilitaría la incorporación de la toma de datos uniformes de variables relativas a la dimensión ecológica del ecosistema ganadero, y ayudar al conocimiento de la epidemiología de las larvas L3.

En relación con la carga ganadera utilizada. Molento et al. (2016) resaltan que el uso de alta densidad de animales, aunque hay una mayor competencia por el alimento y mayor carga de L3, existe también una mayor probabilidad de la destrucción de las heces y de crear condiciones desfavorables a la supervivencia de los huevos y de las larvas L3. Fynn et al. (2017), en su estudio, recomiendan utilizar bajas cargas ganaderas y parcelas lo más grandes posibles para facilitar un mejor acceso a los recursos forrajeros y tiempos de pastoreo largos de manera que permitan al animal que tome sus decisiones alimentarias. Por otro lado, Hulvey et al. (2021), ponen de manifiesto que elevadas cargas ganaderas asociadas a la disminución del tiempo de pastoreo son compatibles con una estrategia para compensar el impacto del animal en la calidad del agua de zonas de pastoreo cerca de riberas, permitiendo una restauración de servicios ecosistémicos y su potencialidad a la hora de gestionar la calidad del agua, principalmente en zonas semiáridas.

#### **5.1.4 Condición Corporal e intensidad de parasitación**

En el presente estudio, se ha observado una diferencia estadísticamente significativa al separar por manejos en lo que respecta a la CC.

Según diversos autores, la CC y la intensidad de parasitación se correlacionan de manera negativa, dicho efecto es más exacerbado en animales viejos y/o con CC inferiores a 2.25. En los estudios mencionados se destaca el valor potencial del control de la CC para el diagnóstico subclínico del parasitismo para la adopción de tratamientos Tácticos-Selectivos (o de precisión), compatible con una optimización de la población parásito en refugio. Cabe resaltar que, en nuestro estudio, los meses de toma de muestra con la época reproductiva, y la subida de la CC puede ser el resultado fisiológico de la evolución de la gestación. (Calvete et al., 2020; Grant et al., 2020; Tamponi et al., 2021)

En nuestro estudio, consistente en 129 mediciones de CC, 23 han presentado valores inferiores a 2.5 (17.8%), 11 en el mes de enero y 11 en junio, de los cuales 15 a la técnica de McMaster se han observado 0 HPG, 2 animales han revelado intensidades de parasitación entre 250-500 HPG y otros dos en la categoría 500-1000 HPG. Cabe resaltar que de los 15 con 0 HPG, 10 son a partir de mayo, y que muy probablemente la bajada de la CC coincide con el post parto.

Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de incrementar la duración del estudio y/o número de animales a incluir en la muestra, así como la importancia de homogeneidad de la CC del grupo de la muestra al iniciar el estudio.

#### **5.2 Efecto del tipo de manejo (convencional u holístico) sobre las características del pasto: producción, calidad, altura, composición florística, diversidad e índice de salud del pasto (ISP)**

En nuestro estudio, hemos obtenido valores de producción media del pasto de 1.69 tMS/ha, lo que coincide con López-Díaz (2009): los pastos naturales de dehesa suelen tener una producción anual limitada, de entre 1 y 2.7 tMS ha/año. En cuanto a la calidad del pasto, los valores medios de proteína bruta obtenidos, de 9.1%, están dentro del rango de resultados obtenidos por otros autores (entre 9 y 12%, Olea et al., 1987). El valor relativo del forraje (VRF) indica un pasto de 3ª categoría en un rango de 1 a 5 (Linn y Martin, 1989).

El tipo de manejo no afectó a la producción de MS ni a la calidad del pasto, excepto en el caso del contenido en hemicelulosa: se observó un contenido significativamente mayor en el pasto en MC que en MH, pero este resultado no ha sido acompañado estadísticamente por los contenidos de Celulosa, FAD, FND o LAD. Durante el crecimiento fisiológico de una planta, los valores de la composición nutricional varían y con el avance de edad los % de Celulosa y Hemicelulosa y Lignina (ADL) incrementan y hay una reducción de los carbohidratos solubles y proteína, disminuyendo el potencial productivo para el animal por la caída de la digestibilidad del pasto. Valores superiores de Hemicelulosa en las parcelas del MC, indican un mayor espesamiento de la pared celular y una menor disponibilidad de nutrientes digestibles (Dove, 1998). La eficiencia de producción de pasto está directamente relacionada con las condiciones ambientales, el manejo adoptado (fertilización, riego, resiembras), la composición florística y el suelo.

En cuanto a los resultados de diversidad ( $H'_H$ ), según los valores descritos por Ferrer et al. (2001), para pastos de dehesa en Salamanca, tiene un valor de 2.9, y corroboran nuestros resultados (2.96 en promedio). Por otro lado, podemos observar en el Anexo 5 que, en relación con la composición florística de las parcelas en estudio, se observa un predominio de las gramíneas. Cuando se refiere a diversidad de los pastos, hay varios factores inherentes que se debe tener en cuenta: humedad, suelo, altitud, orografía (exposición y pendiente), el tipo de perturbación sometida, la cobertura vegetal (si hay un predominio de gramíneas suele estar acompañado de menores índices de diversidad, y lo opuesto ocurre con las leguminosas), la producción y la biodiversidad. Si profundizamos la mirada, es necesario también conocer las relaciones entre las especies, el tipo de comportamiento (unas son más competitivas que otras), el efecto alelopático y el propio endemismo geográfico (Ferrer et al., 2001). La mayoría de estos factores, los hemos referenciado, bajo otro enfoque, en lo que respecta a la dinámica de los parásitos y sus formas de vida libre, así como son factores que afectan el comportamiento en pastoreo de los animales.

El ISP es un indicador cualitativo, rápido y económico de aplicar, que indica el estado de salud de los pastos con relación al resultado ponderado de 11 indicadores biológicos que hacen referencia al funcionamiento de los procesos del eco-

sistema: ciclo del agua, ciclo mineral, flujo de energía y dinámica de la comunidad. Esta ponderación se hace mediante varios indicadores, como son la cobertura del suelo, compactación, erosión, edafofauna, descomposición de las heces en el suelo, presencia/ausencia de gramíneas perennes, leguminosas, arbustivas y arbolado, y el porcentaje potencial de productividad. Dichos indicadores han de ser calibrados con áreas de referencia (lugares considerados la mejor expresión de la biodiversidad, la estabilidad del sitio y la función del ecosistema dentro de un área ecológica). La puntuación del ISP oscila entre +100 a -100, donde las puntuaciones más negativas indican una degradación de los procesos ecológicos y puntuaciones más próximas a + 100 una alta eficiencia en el funcionamiento del ciclo del agua, ciclo de nutrientes, flujo de energía y dinámica de la comunidad. Adicionalmente, para conseguir calibrar este indicador, se utilizan las áreas de referencia, donde la puntuación positiva más alta indica un funcionamiento de los procesos de los ecosistemas mejor. Este método ha sido validado por Xu et al. (2019). Según los resultados obtenidos en parcelas de nuestro estudio, los ISP presentan un resultado positivo, indicando un buen funcionamiento de los procesos de los ecosistemas. Es necesario una continuidad de la ponderación de esta metodología propuesta, para poder entender los resultados en función de la regeneración del ecosistema.

En función de los resultados obtenidos, no hemos podido valorar si existen diferencias significativas en cuanto a diversidad ( $H'_H$ ) o al ISP. En cuanto a la altura media del pasto, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.10$ ) debidas al manejo, a pesar de observar un valor medio inferior de las parcelas en MC. Los resultados obtenidos no permiten extraer conclusiones acerca de los posibles efectos del manejo sobre las características del pasto. Se sugiere para experimentos futuros la inclusión de zonas de exclusión del ganado y aumento de la duración del periodo de estudio para valorar diferencias a lo largo de varios años.

### **5.3 Efectos del manejo sobre sistema ganadero en su conjunto**

En nuestro caso, dada la dimensión de los datos que tenemos y la elevada dispersión de resultados, con el objetivo de acercarnos al entendimiento de las relaciones entre las variables seleccionadas, se realizó un ACP en el que las tres

primeras componentes explican el 80.13% de la varianza. La limitación para validar los resultados es que no se dispone de una variable respuesta que permita contrastar la relación de los resultados, por el bajo número de observaciones. Es destacable la agrupación de las variables relativas al MC, comparativamente a la localización más dispersa de las variables correspondientes al MH. Se debe tener en cuenta que, para esta agrupación de las variables ante la diversidad de datos en el protocolo experimental, solamente ha sido posible incluir los datos de una parcela para el MC, mientras que para el MH se ha podido incluir cuatro.

#### **5.4 Discusión General**

El objetivo de la desparasitación es restablecer un equilibrio entre hospedador y parásito, favorable y compatible con los estándares productivos del sistema ganadero. Considerando la coevolución de Hospedador-Parásito, factores como el comportamiento alimentario en pastoreo de cada especie animal manejado en rebaño (carga ganadera instantánea, tiempo de permanencia en el pasto y tiempo de reposo del pasto) y la inmunidad del hospedador van a influenciar directamente la intensidad de la parasitación (Kyriazakis y Houdij, 2006; Fox et al., 2013; Craig, 2018). Muchos animales presentan un cierto nivel de inmunidad adquirida, que se traduce en un retraso o inhibición del desarrollo de las larvas de nematodos (hipobiosis) o incluso en la supresión de la producción de huevos, con lo que dependiendo de cada animal (inmunidad) puede llegar a impedir el desarrollo de la enfermedad clínica (Craig, 2018). La inmunidad a su vez contribuye a un buen estado de la CC, pero sabemos poco sobre la aptitud del parásito a la hora de afrontar un hospedador. Los mecanismos de resistencias del hospedador no son suficientes para predecir el comportamiento del parásito, Bize et al. (2008), recomiendan no considerar la inmunocompetencia del hospedador como el factor determinante para predecir la aptitud del parásito, y sugieren considerar otros aspectos, como valor relativo del tamaño corporal frente al valor absoluto que representa, la CC habitualmente utilizada (Calvete et al., 2020; Grant et al., 2020; Tamponi et al., 2021).

Se debe tener en cuenta que los parásitos tienen un amplio polimorfismo genético con amplio potencial biótico, además de una elevada capacidad de adaptación ante mejores o peores condiciones adversas (Rodríguez Diego et al., 2009; Sargison, 2020) Teniendo en cuenta el problema creciente de las resistencias a

antihelmínticos, que además afecta la seguridad alimentaria, y el contexto de cambio climático, es necesario adoptar estrategias de desparasitación que minimicen sus impactos en la salud global – *One Health*. El principal objetivo del control del parasitismo es prevenir las pérdidas económicas que acarrea vinculadas a las infestaciones mixtas de carácter subclínico, para conseguir un buen nivel de bienestar animal que permita a la vez desarrollar inmunidad. El coste asociado a las resistencias antihelmínticas quizás sea demasiado alto para no realizar controles sistemáticos de HPG. Para ello, se exige una monitorización continua, un trabajo multidisciplinar para profundizar en el conocimiento para desarrollar estrategias y modelos acordes, y promover una educación sanitaria del ganadero. (Kantzoura, et al., 2012; Sargison, 2013; Hodgkinson et al., 2019)

Entre la comunidad científica no existe consenso sobre un protocolo uniforme de control de parásitos que sea adaptable a todos los hábitats y sistemas de explotación ganadera. Análogamente, todavía existen incógnitas relativas a la ecología de las poblaciones larvarias. Por ejemplo, existe acuerdo sobre la necesidad de aplicar un tiempo de descanso en las parcelas, pero no se sabe qué implica realmente del descanso o cual es la época más adecuada para realizarlo (Fox et al., 2013; Molento et al., 2016; Fynn et al., 2017; Craig, 2018; Calvete et al., 2020). Según numerosos autores, la estrategia debe ser adaptada a la finca, aunque las recomendaciones encontradas en la bibliografía son muy variables y es necesario su contextualización (Fox et al., 2013; Molento et al., 2016; Craig, 2018; Calvete et al., 2020). La identificación de las larvas es importante para el apoyo de las tomas de decisiones en lo que respecta a la salud del rebaño y del ecosistema, además de proporcionar información sobre la existencia de posibles resistencias a los antihelmínticos.

El sistema de pastoreo es un factor determinante a largo plazo de la sostenibilidad de la dehesa. Según Almeida et al. (2016), el sistema de pastoreo de ovino demuestra un fuerte impacto en la heterogeneidad de la dehesa: el estudio mencionado apunta a que la fragmentación y la heterogeneidad del terreno están relacionadas con el manejo y con factores biofísicos y espaciales, con lo cual la toma de decisiones del gerente/ganadero de la explotación tienen impactos estructurales en la diversidad. Por otro lado, los autores refieren que, tanto la especie como la densidad animal, conllevan sistemas de gestión diferentes y que

esa gestión debe ser adaptada a las condiciones biofísicas y bioclimáticas de la región. No se observó un impacto claro del tipo de pastoreo en las variables analizadas en este estudio, existiendo cierta dificultad para la interpretación de los resultados obtenidos. Por un lado, para abordar los objetivos planteados en este estudio, se necesitaría una duración del seguimiento bastante superior. Por otro, la necesidad de reducir la muestra de parcelas (21.94 ha para el MC y 13.59 ha para el MH) frente al área total que abarca cada rebaño (62.5 ha), y por último se destaca la variabilidad de toma de muestras del propio protocolo experimental. Nuestros resultados no permiten obtener conclusiones definitivas sobre el impacto de las diferencias entre manejos, siendo necesario estudios a más largo plazo y ampliar las interrelaciones entre variables. A la hora de confrontar una estrategia para la gestión del pasto o del pastoreo, es necesario definir conceptos tanto económicos como ecológicos, para extraer indicadores robustos que permitan lograr efectividad y rentabilidad del sistema ganadero. Por ello, consideramos de gran interés tomar en consideración la propuesta de Alan Savory, en manejo holístico. Esta propuesta podría contribuir a vincular métricas científicamente sólidas para promover la sostenibilidad agroganadera a largo plazo (Takahashi et al., 2018). La propuesta incluye protocolos con la capacidad de adaptación transversal a diversas situaciones, y además permite una toma de datos constantes y uniformes, algo que ningún sistema de pastoreo incorpora como premisa. Actualmente existen diversos sistemas y métodos de pastoreo, pero ninguno incorpora un marco para la toma de decisiones, permitiendo una estrategia que incluya el ámbito social, ambiental, productivo y financiero, como podría ser el pastoreo bajo una perspectiva *One Health*. En este sentido, la propuesta conceptual del MH permite planificar el pastoreo según el sistema productivo del ganadero que permite incorporar tantas premisas como el ganadero/gestor necesite y su registro continuo, permitiendo mejorar la toma de decisiones cada año en la explotación de una manera flexible y adaptativa.

## 6 Conclusiones

**Primera.** El estudio coprológico revela un patrón similar en el porcentaje de ovejas parasitadas y en la intensidad de parasitación a lo largo del periodo de estudio, con cifras elevadas en abril y descenso en el mes de junio, hallazgo que puede relacionarse con la influencia del periparto en el parasitismo.

**Segunda.** La intensidad de parasitación en los dos rebaños objeto de estudio se puede considerar baja, con recuentos inferiores a 100 huevos por gramo de heces en la mayoría de las ovejas a lo largo de todo el periodo de estudio.

**Tercera.** Los coprocultivos revelan el predominio de las infecciones mixtas por distintos nematodos gastrointestinales en los rebaños objeto de estudio, habiéndose identificado un total de seis géneros con predominio de especies de *Trichostrongylus* y *Cooperia*. El H'<sub>L</sub> relativo a la diversidad larvaria de larvas L3 presenta diferencias aritméticas según el manejo

**Cuarta.** Durante el periodo de estudio, no se han observado evidencias claras sobre la influencia de ambos sistemas de manejo (convencional/ holístico) en la identidad de los parásitos o intensidad de parasitación de los rebaños, lo que hace aconsejable prolongar el número de muestreos para posteriores estudios.

**Quinta.** El control de la CC revela diferencias significativas al separar por manejos, así como la variación de la CC a lo largo del tiempo que acompaña con la evolución fisiológica de la gestación.

**Sexta.** Las características del pasto en cuanto a producción y calidad nutricional no se vieron afectadas por el sistema de manejo. Los datos recabados acerca de la composición florística, diversidad de herbáceas e Índice de Salud del Pasto (ISP) no permitieron extraer conclusiones claras acerca de los efectos del sistema de manejo.

**Séptima.** Los resultados obtenidos no permiten extraer conclusiones definitivas acerca de los posibles efectos del manejo sobre las características del pasto. Se sugiere para experimentos futuros la inclusión de zonas de exclusión del ganado y aumento de la duración del periodo de estudio para valorar diferencias a lo largo de varios años



**Octava.** El MH se revela con un potencial acorde con las necesidades actuales (cambio climático y desarrollo sostenible) sin embargo, son necesarios más estudios para su validación.

**Novena.** Finalmente, cabe destacar que es necesario el desarrollo de estrategias con un enfoque integral y bajo el concepto One Health, para lograr soluciones con capacidad de adaptabilidad a medio largo plazo, para ello son necesarios equipos multidisciplinares.

## 7 Referencias Bibliográficas

- AEMET. (2021). Badajoz Aeropuerto: Badajoz Aeropuerto - Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España. Retrieved 21 June 2021, from <https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=4452&k=ext>
- Almeida, M., Azeda, C., Guiomar, N. y Pinto-Correia, T. (2016) The effects of grazing management in montado fragmentation and heterogeneity. *Agroforestry Systems*, 90(1), 69-85. 10.1007/s10457-014-9778-2.
- Baratta, M., Gabai, G. y Celi, P. (2021) Editorial: One Health: The Parameters of an Eco-Sustainable Farm. *Frontiers in Veterinary Science*, 8. 10.3389/fvets.2021.681288.
- Bize, P., Jeanneret, C., Klopfenstein, A. and Roulin, A. (2008) 'What makes a host profitable? Parasites balance host nutritive resources against immunity', *American Naturalist*, 171(1), 107-118.
- BOE 299, Boletín Oficial del Estado 299, 21490 Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. 14 de diciembre de 2007
- Borrelli, P., Boggio, F., Sturzenbaum, P., Paramidani, M., Heinken, R., Pague, C., Stevens M., Nogués, A. (2013). GRASS: Grassland Regeneration and Sustainability Standard. Food and Agriculture Organization: Rome, Italy.
- Bosco, A., Maurelli, M. P., Ianniello, D., Morgoglione, M. E., Amadesi, A., Coles, G. C., Cringoli, G. y Rinaldi, L. (2018) 'The recovery of added nematode eggs from horse and sheep faeces by three methods', *Bmc Veterinary Research*, 14.
- Cabaret, J., Mage, C. y Bouilhol, M. (2002) 'Helminth intensity and diversity in organic meat sheep farms in centre of France', *Veterinary Parasitology*, 105(1), 33-47.
- Calvete, C., Ferrer, L. M., Lacasta, D., Calavia, R., Ramos, J. J., Ruiz-de-Arkaute, M. y Uriarte, J. (2014) Variability of the egg hatch assay to survey benzimidazole resistance in nematodes of small ruminants under field conditions. *Veterinary Parasitology*, 203(1-2), 102-113. 10.1016/j.vet-par.2014.03.002.
- Calvete, C., Gonzalez, J. M., Ferrer, L. M., Ramos, J. J., Lacasta, D., Delgado, I. y Uriarte, J. (2020) 'Assessment of targeted selective treatment criteria to control subclinical gastrointestinal nematode infections on sheep farms', *Veterinary Parasitology*, 277.
- Coles, G. C., Watson, C. L. y Anziani, O. S. (2001) 'Ivermectin-resistant *Cooperia* in cattle', *Veterinary Record*, 148(9), 283-284.
- Colvin, A. F., Walkden-Brown, S. W. y Knox, M. R. (2012) 'Role of host and environment in mediating reduced gastrointestinal nematode infections in sheep due to intensive rotational grazing', *Veterinary Parasitology*, 184(2-4), 180-192.

- Craig, T. M. (2018) Gastrointestinal Nematodes, Diagnosis and Control. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*, 34(1), 185-+. 10.1016/j.cvfa.2017.10.008.
- Demeler, J., Knapp, F., Corte, G. M., Katzsckhe, O., Steininger, K. and von Samson-Himmelstjerna, G. (2012) 'Recovery of strongylid third-stage larvae from herbage samples: standardisation of a laboratory method and its application in the field', *Parasitology Research*, 110(3), 1159-1164.
- Doncel Pascual, J. Importancia y problemática de las dehesas en la provincia de Badajoz., *VII Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. Badajoz.
- Dove, H. (1998) The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in grazing animal. In HODGSON, JILLIUS, A.W. (ed). *The ecology and management in grazing systems*. 2. Ed. Londo: CAB International,. 466p.
- FAO (2011) *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) – Managing systems at risk*. Rome and Earthscan, London. ed.: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. 2020. *Mejorar la gobernanza de las tierras de pastoreo. Guías técnicas sobre gobernanza de la tenencia n.o 6*. Roma. <https://doi.org/10.4060/i5771es>
- Fernández-Rebollo, P., Muñoz, M. D. y Moreno, A. (2016) Contribución de la ganadería extensiva al mantenimiento de las funciones de los ecosistemas forestales. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*. 10.31167/csef.v0i39.17458.
- Ferrer, C (2016). *Diccionario de Pascolología*. Ed. Fundación Conde de Salazar (España), 919 pp.
- Ferrer, C.; Barrantes, O.; Broca, A., 2001. La noción de biodiversidad en los ecosistemas piscícolas españoles. *Pastos*, XXXI (2), 129-184
- Fleming, S. A., Craig, T., Kaplan, R. M., Miller, J. E., Navarre, C. and Rings, M. (2006) 'Anthelmintic resistance of gastrointestinal parasites in small ruminants', *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 20(2), 435-444.
- Forbes, A. (2021) Ruminant behaviour in subclinical parasitic gastroenteritis. *Livestock*, 26. <https://doi.org/10.12968/live.2021.26.2.78>.
- Fox, N. J., Marion, G., Davidson, R. S., White, P. C. L. y Hutchings, M. R. (2013) 'Modelling Parasite Transmission in a Grazing System: The Importance of Host Behaviour and Immunity', *Plos One*, 8(11).
- Fynn, R. W. S., Kirkman, K. P. y Dames, R. (2017) 'Optimal grazing management strategies: evaluating key concepts', *African Journal of Range y Forage Science*, 34(2), 87-98.

- García-Romero, C. (2008). Guía práctica de ganadería ecológica. Editorial Agrícola Española. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE), Asociación para el Desarrollo de la Ganadería Ecológica en España (ADGE). 53 pp.
- Grant, E. P., Wickham, S. L., Anderson, F., Barnes, A. L., Fleming, P. A. y Miller, D. W. (2020) 'Behavioural assessment of sheep is sensitive to level of gastrointestinal parasite infection', *Applied Animal Behaviour Science*, 223.
- Hodgkinson, J. E., Kaplan, R. M., Kenyon, F., Morgan, E. R., Park, A. W., Paterson, S., Babayan, S. A., Beesley, N. J., Britton, C., Chaudhry, U., Doyle, S. R., Ezenwa, V. O., Fenton, A., Howell, S. B., Laing, R., Mable, B. K., Matthews, L., McIntyre, J., Milne, C. E., Morrison, T. A., Prentice, J. C., Sargison, N. D., Williams, D. J. L., Wolstenholme, A. J. y Devaney, E. (2019) 'Refugia and anthelmintic resistance: Concepts and challenges', *International Journal for Parasitology-Drugs and Drug Resistance*, 10, 51-57.
- Hulvey, K. B., Mellon, C. D. y Kleinhesselink, A. R. (2021) 'Rotational grazing can mitigate ecosystem service trade-offs between livestock production and water quality in semi-arid rangelands', *Journal of Applied Ecology*, 58(10), 2113-2123.
- Joy, A., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Clarke, I. J., DiGiacomo, K. y Chauhan, S. S. (2020) Resilience of Small Ruminants to Climate Change and Increased Environmental Temperature: A Review. *Animals*, 10(5). 10.3390/ani10050867.
- Kantzoura V., Kouam M., Theodoropoulou H., Feidas H. y Theodoropoulos G., (2012) Prevalence and Risk Factors of Gastrointestinal Parasitic Infections in Small Ruminants in the Greek Temperate Mediterranean Environment, *Open Journal of Veterinary Medicine*, Vol. 2 No. 1, 2012, pp. 25-33. doi: 10.4236/ojvm.2012.21005.
- Kyriazakis, I. y Houdijk, J. (2006) 'Immunonutrition: Nutritional control of parasites', *Small Ruminant Research*, 62(1-2), 79-82.
- Linn, J.G.; Martin, N.P. Forage Quality Tests and Interpretations (Revised 1989); Univ. Minnesota, Agricultural Extension Service: 1989. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy. Available online: <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/207442>.
- López-Díaz ML (2009). Nutritional resources in the dehesa. Improved pastures. In: Agroforestry systems as a technique for sustainable territorial management; Mosquera-Losada, M.R.; Fernández-Lorenzo, J.L.; Rigueiro-Rodríguez, A. (Eds.). Ministerio de Asuntos Exteriores-AECID. Madrid. 185-196 pp.
- Manzano, P. y Malo, J. E. (2006) Extreme long-distance seed dispersal via sheep. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(5), 244-248. 10.1890/1540-9295(2006)004[0244:elsdvs]2.0.co;2.

- Márquez de Prado, J., Losada, M. y Díaz-Ambrona, C. (2017) *Mejora de la Dehesa. Manual práctico*.
- MAPA (2021). *Raza ovina MERINA*. Razas Ganderas (ARCA). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/razas-ganaderas/razas/catalogo-razas/ovino/merina/default.aspx>, 12 de noviembre de 2021
- Molento, M. B., Buzatti, A. and Sprenger, L. K. (2016) 'Pasture larval count as a supporting method for parasite epidemiology, population dynamic and control in ruminants', *Livestock Science*, 192, 48-54.
- Morgan-Davies C, Waterhouse A, Pollock ML, Milner JM. Body condition score as an indicator of ewe survival under extensive conditions. *Anim Welf* (2008) 17:71–7.
- Murillo, M. y González, F. (2011) *GESTIÓN DE LA DEHESA EN EXTREMADURA. RECURSOS PASCÍCOLAS Y MEJORAS*. Pastos, XXXVIII ed.
- O'Connor, L. J., Walkden-Brown, S. W. y Kahn, L. P. (2006) 'Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep', *Veterinary Parasitology*, 142(1-2), 1-15.
- Olea L., Paredes J, Verdasco P (1986). Mejora de los pastos de la dehesa. En: *Conservación y desarrollo de las dehesas portuguesas y españolas*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, pp 87-100
- Otero-Rozas-R. EA, Fernández-Giménez MB, Ontillera-Sánchez RA, González JA, y Fillat-Estaque F. (2013) *Application of Pastoralists' Knowledge to Natural Resource Management in Spain*, New South Wales Department of Primary Industry, Kite St., Orange New South Wales, Australia ed., translated by Congress, P. o. t. n. I. G.
- Palomo, G., Savory, A. (2020). Pastoreando, fertilizando y vivificando el suelo. In FIAES y SEAE (Ed.), "Vivificar el suelo. Conocimientos y prácticas agroecológicas". Coord. Labrador, J. Porcuna, JL. Jaime-Vega, MC. p. 28.
- Pardo, G. y del Prado, A. (2020) Guidelines for small ruminant production systems under climate emergency in Europe. *Small Ruminant Research*, 193. 10.1016/j.smallrumres.2020.106261.
- Plieninger, T., L., Flinzberger, M., Hetman, I., Horstmannshoff, M., Reinhard-Kolempas, E. Topp, G. Moreno y Huntsinger, L. (2021) Dehesas as high nature value farming systems: a social-ecological synthesis of drivers, pressures, state, impacts, and responses. *Ecology and Society*, 26, 23. <https://doi.org/10.5751/ES-12647-260323>.
- Rapiya, M., Hawkins, H. J., Muchenje, V., Mupangwa, J. F., Marufu, M. C., Dzama, K. and Mapiye, C. (2019) 'Rotational grazing approaches reduces external and internal parasite loads in cattle', *African Journal of Range & Forage Science*, 36(3), 151-159.
- Reid WV, Mooney HA, Cropper A et al (2005) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington

- Ren, H. Y., Eviner, V. T., Gui, W. Y., Wilson, G. W. T., Cobb, A. B., Yang, G. W., Zhang, Y. J., Hu, S. J. y Bai, Y. F. (2018) Livestock grazing regulates ecosystem multifunctionality in semi-arid grassland. *Functional Ecology*, 32(12), 2790-2800. 10.1111/1365-2435.13215.
- Rodríguez Diego JG, JL Olivares, J Arece, E Roque. (2009) Evolución de los parásitos: Consideraciones generales. *Rev Salud Anim* 31, 13-17.
- Ruano, Z. M., Carolino, N. y Mateus, T. L. (2017) Gastrointestinal parasites as a threat to grazing sheep. *Large Animal Review*, 23(6), 231-238.
- Ruiz, J., Herrera, P. M., Barba, R. y Busqué, J. (2017) Definición y caracterización de la extensividad en las explotaciones ganaderas en España. In: Ministerio de Agricultura y Pesca, A. y. M. A. (ed.) Secretaría General Técnica - Centro de publicaciones ed.
- Ruiz-Huidobro, C., Sagot, L., Lugagne, S., Huang, Y., Milhes, M., Bordes, L., Prevot, F., Grisez, C., Gautier, D., Valadier, C., Sautier, M. y Jacquet, P. (2019) 'Cell grazing and *Haemonchus contortus* control in sheep: lessons from a two-year study in temperate Western Europe', *Scientific Reports*, 9.
- Sargison, N. D. (2013) 'Understanding the epidemiology of gastrointestinal parasitic infections in sheep: What does a faecal helminth egg count tell us?', *Small Ruminant Research*, 110(2-3), 78-81.
- Sargison, N. D. (2020) The critical importance of planned small ruminant livestock health and production in addressing global challenges surrounding food production and poverty alleviation. *New Zealand Veterinary Journal*, 68(3), 136-144. 10.1080/00480169.2020.1719373.
- Savory, A. y Butterfield, J. (2019) *Manejo holístico*. 3ª edición, Libros Cóndor "Cable a Tierra" ISBN: 978-987-4684-20-2
- Shannon, C. E., y Weaver, W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana, Illinois: University of Illinois Press, 117 pp.
- Soulsby, E.J.L. (1965) *Textbook of veterinary clinical parasitology*, vol. I Helminths. (1ª Ed.). Oxford: Blackwell scientific publications
- Takahashi, T., Harris, P., Blackwell, M. S. A., Cardenas, L. M., Collins, A. L., Dungait, J. A. J., Hawkins, J. M. B., Misselbrook, T. H., McAuliffe, G. A., McFadzean, J. N., Murray, P. J., Orr, R. J., Rivero, M. J., Wu, L. y Lee, M. R. F. (2018) 'Roles of instrumented farm-scale trials in trade-off assessments of pasture-based ruminant production systems', *Animal*, 12(8), 1766-1776.
- Tamponi, C., Dessi, G., Varcasia, A., Knoll, S., Meloni, L. y Scala, A. (2021) 'Preliminary Assessment of Body Condition Score as a Possible Marker for the Targeted Selective Treatment of Dairy Sheep Against Gastrointestinal Nematodes', *Acta Parasitologica*.
- Taylor, E.L., 1939. Technique for the estimation of pasture infestation by strongyloid larvae. *Parasitology* 31, 473-478.

- Urivelarrea, P. y Linares, L. (2020) *Propuesta de caracterización de la ganadería extensiva. Aproximación a la diferenciación del grado de extensividad*.
- Vadlejch, J., Petrtyl, M., Zaichenko, I., Cadkova, Z., Jankovska, I., Langrova, I. y Moravec, M. (2011) 'Which McMaster egg counting technique is the most reliable?', *Parasitology Research*, 109(5), 1387-1394.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597
- van Wieren, S.E., 1995. The potencial role of herbivores in nature conservation and extensive land use in Europe. En: *The National Trust and nature conservation: 100 years on*. Ed. DJ. BULLOCK, H.J.HARVEY. *Biological Journal of the Linnean Society*. London, 56 (Suppl.), 11-23.
- van Wyk, J. A., Cabaret, J. y Michael, L. M. (2004) 'Morphological identification of nematode larvae of small ruminants and cattle simplified', *Veterinary Parasitology*, 119(4), 277-306.
- van Wyk, J. A. y Mayhew, E. (2013) 'Morphological identification of parasitic nematode infective larvae of small ruminants and cattle: A practical lab guide', *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 80(1).
- Verdu, J. R., Cortez, V., Ortiz, A. J., Lumaret, J. P., Lobo, J. M. and Sanchez-Pinero, F. (2020a) 'Biomagnification and body distribution of ivermectin in dung beetles', *Scientific Reports*, 10(1).
- Verdu, J. R., Lobo, J. M., Sanchez-Pinero, F., Gallego, B., Numa, C., Lumaret, J. P., Cortez, V., Ortiz, A. J., Tonelli, M., Garcia-Teba, J. P., Rey, A., Rodriguez, A. and Duran, J. (2018) 'Ivermectin residues disrupt dung beetle diversity, soil properties and ecosystem functioning: An interdisciplinary field study', *Science of the Total Environment*, 618, 219-228.
- Verdu, J. R., Sanchez-Pinero, F., Lobo, J. M. and Cortez, V. (2020b) 'Evaluating long-term ivermectin use and the role of dung beetles in reducing short-term CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub> emissions from livestock faeces: a mesocosm design under Mediterranean conditions', *Ecological Entomology*, 45(1), 109-120.
- Verschave, S. H., Levecke, B., Duchateau, L., Vercruysse, J. y Charlier, J. (2015) 'Measuring larval nematode contamination on cattle pastures: Comparing two herbage sampling methods', *Veterinary Parasitology*, 210(3-4), 159-166.
- Voisin A. (1963) *Productividad de la hierba*. Madrid: Editorial. Tecnos. SA;
- Xu, S. T., Rowntree, J., Borrelli, P., Hodbod, J. y Raven, M. R. (2019) Ecological Health Index: A Short-Term Monitoring Method for Land Managers to Assess Grazing Lands Ecological Health. *Environments*, 6(6). 10.3390/environments6060067.
- Zinsstag, J., Schelling, E., Waltner-Toews, D. y Tanner, M. (2011) From "one medicine" to "one health" and systemic approaches to health and well-being. *Preventive Veterinary Medicine*, 101(3-4), 148-156. 10.1016/j.prevetmed.2010.07.003.