

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Avaliação do comportamento alimentar e carga
parasitária de cabras Charnequeiras em vegetação
Mediterrânica**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Sónia Catarina de Sousa Mergulhão Mota d'Almeida

Orientadores: Professor Doutor Luís Miguel Mendes Ferreira
Doutora Ana Teresa Belo



Vila Real, 2019

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Avaliação do comportamento alimentar e carga parasitária de
cabras Charnequeiras em vegetação Mediterrânica**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Sónia Catarina de Sousa Mergulhão Mota d'Almeida

Orientadores: Professor Doutor Luís Miguel Mendes Ferreira
Doutora Ana Teresa Belo

Composição do júri:

Vila Real, 2019

“As doutrinas apresentadas nesta dissertação são da exclusiva responsabilidade da autora.”

Esta dissertação foi elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia
Zootécnica apresentada à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

I AGRADECIMENTOS

Nesta etapa da minha vida finalizo uma viagem, que incluiu uma trajetória marcada por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, alegrias, conquistas e derrotas. Mas, apesar do árduo trabalho que qualquer investigador está destinado, reuni contributos de várias pessoas essenciais para encontrar o melhor rumo em cada momento desta caminhada, finalizando esta missão somente devido ao apoio, energia e força de várias pessoas, a quem dedico especialmente este projeto de vida.

Começo por agradecer à minha família, em especial aos meus pais e irmão, que sempre acreditaram e apoiaram as minhas escolhas e sempre se fizeram presentes nas minhas lutas, fossem elas gloriosas ou derrotas. Sem vocês este percurso não seria possível.

Um especial agradecimento aos meus orientadores, a Doutora Ana Teresa Belo e o Professor Doutor Luís Ferreira, pelos conhecimentos partilhados, pela paciência, disponibilidade, orientação e interesse prestados através de um elevado e rigoroso nível científico, de uma visão crítica e oportuna, que contribuíram para enriquecer esta dissertação.

Quero agradecer, à Engenheira Rosário pela imprescindível ajuda, ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Engenharia Zootécnica, em especial, à D. Nita, à D. Carminda, e à Eng.^a Carla, pelo auxílio e paciência que me concederam na realização do meu trabalho experimental.

Por último, quero agradecer à família de coração, os amigos e colegas. por me acompanharem ao longo deste percurso, pela vossa amizade, apoio incondicional, companheirismo e pelos excelentes momentos e memórias. Um valente obrigada de coração aos amigos que se fizeram presentes mesmo distantes. A todos aqueles que não referi, mas que de alguma forma marcaram esta etapa e contribuíram para a minha formação profissional, cívica e pessoal.

II RESUMO

Tem havido um crescente interesse em combater os estrongilídeos gastrointestinais (EGI) dos ruminantes recorrendo a alternativas à quimioprofilaxia, nomeadamente a plantas bioativas consideradas nutracêuticas. Estas merecem uma especial atenção uma vez que intervêm no combate a estes parasitas e funcionam como uma fonte de nutrientes para os animais. Terrenos marginais e de baixo valor nutritivo, cobrem grandes áreas, constituindo um recurso abundante para produção pecuária. Nestas áreas, e devido ao uso incorreto e ao abandono de atividade agropecuária, os arbustos ganharam expressão constituindo uma fonte de propagação de incêndios com severos danos em área e económicos. O conhecimento do comportamento alimentar de herbívoros domésticos, é fundamental de forma a desenvolver estratégias apropriadas de gestão de pastoreio que permitam otimizar a rentabilidade dos sistemas de produção. Neste sentido, desenvolveu-se um estudo com 26 cabras charnequeiras sem utilização de antihelmínticos sintéticos numa área arbustiva sob-coberto de *Pinus pinea*, com objetivo de avaliar o impacto do comportamento alimentar dos caprinos sobre a carga de EGI e sobre a comunidade arbustiva mediterrânica. As cabras pastorearam continuamente de abril a julho de 2017 entre as 9:00h e as 18:00h, realizando-se três períodos de observação do seu comportamento alimentar para avaliação das suas preferências alimentares nesta vegetação. A composição das dietas selecionadas foi estimada utilizando a técnica laboratorial de marcadores externos da cera cuticular das plantas, os n-alcanos e álcoois de cadeia longa. As espécies maioritariamente selecionadas pelos animais foram: *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* e *Rhamnus lycioides*. Os resultados obtidos ao longo do ensaio demonstraram que a dieta selecionada pelas cabras demonstrou um impacto sobre os estrongilídeos, uma vez que se verificou uma redução na excreção fecal de ovos de EGI ($P < 0,05$). Os resultados obtidos indicam que o consumo deste tipo de vegetação por parte dos caprinos contribuiu positivamente para: 1) o bem-estar animal pois permitiu reduzir a incidência das estrongiloses nas cabras; 2) o controlo da biomassa nas áreas arbustivas, promovendo simultaneamente a sua biodiversidade e prevenindo a ocorrência de fogos florestais. Apesar destes resultados serem promissores, outros estudos devem ser realizados, no sentido de se averiguar com maior detalhe as espécies arbustivas que possuem maior impacte na redução dos EGI.

Palavras-Chave: comportamento alimentar; antihelmínticos; estrongilídeos gastrointestinais; plantas nutracêuticas; vegetação mediterrânica, caprinos

III ABSTRACT

There has been a growing interest in preventing ruminant gastrointestinal strongyles (EGI) using alternatives to chemoprophylaxis, namely bioactive plants considered nutraceuticals. These plants deserve special attention as they intervene in the combat of EGI and function as a source of nutrients for the animals. Marginal land of low nutritional value cover large areas, constituting an abundant resource for livestock production. Due to the misuse and abandonment of agricultural activities, shrubs have gained expression as a source of propagation of fires with severe economic damages in the forest areas. The knowledge of the feeding behaviour of domestic herbivores is fundamental, in order to develop appropriate grazing management strategies that allow optimizing the profitability of production systems. A study was carried out with 26 Charnequeira goats without the use of synthetic anthelmintics in an under-story *Pinus pinea* shrub area, with the objective of evaluating the impact of the feeding behaviour of goats on their EGI load and on the Mediterranean shrub community. Goats grazed continuously from April to July 2017 between 9:00 and 18:00, with three periods of observation of their feeding behaviour in order to understand their food preferences in Mediterranean vegetation. The composition of the selected diets was evaluated using the laboratory technique of external markers of cuticular plant wax, n-alkanes and long chain alcohols. The species mostly selected by the animals were *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus* and *Rhamnus lycioides*. The results obtained demonstrated that the diet selected by the goats seemed to have an impact on the strongyles since a reduction in EGI egg elimination (OPG) was observed ($P < 0.05$). The results indicate a positive effect of this vegetation: 1) on the animal welfare, contributing to strongyloses reduction in goats; 2) on the control of the biomass in the shrub area, promoting their biodiversity and preventing the occurrence of forest fires. Although these results are promising, more research should be carried out in order to ascertain in more detail which shrub species have the greatest impact on EGI reduction.

Keywords: feeding behaviour; anthelmintics; gastrointestinal Strongyles; nutraceutical plants; Mediterranean vegetation; caprine

Índice

I	Agradecimentos	vii
II	Resumo.....	ix
III	Abstract	xi
IV	Índice de Figuras	xv
V	Índice de Quadros	xvii
VI	Lista de abreviaturas.....	xix
I	Introdução	1
II	Revisão Bibliográfica.....	5
II.1	Comportamento alimentar dos caprinos	5
II.1.1	Características morfofisiológicas	7
II.1.2	Vegetação Mediterrânea	11
II.2	Parasitas gastrointestinais.....	15
II.2.1	Ciclo de vida dos parasitas.....	17
II.2.2	Influência do estado larvar nos caprinos.....	20
II.3	Antihelmínticos.....	20
II.4	Taninos.....	24
II.4.1	Influência dos taninos na nutrição animal	25
II.4.2	Influência dos taninos nos parasitas gastrointestinais	27
III	Trabalho experimental.....	31
1.	Material e Métodos	31
III.1.1	1.1 Local de realização do estudo.....	31
III.1.2	1.2 Animais	31
III.1.3	1.3 Delineamento experimental.....	32
III.1.4	1.4 Análises coprológicas.....	34
III.1.5	1.5 Análises químicas.....	35
III.1.6	1.6 Cálculos para os marcadores	39
III.1.7	1.7 Análise Estatística.....	40
IV	Resultados.....	42
V	Discussão.....	52
VI	Considerações finais	58
VII	Anexos.....	59

VIII Bibliografia.....	54
-------------------------------	-----------

IV ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Habilidades dos caprinos	8
Figura 2:	Ciclo de vida dos nemátodos (nematoda: strongylida) gastrointestinais dos ruminantes	17
Figura 3:	Avaliação do comportamento alimentar das cabras no decorrer do ensaio	31
Figura 4:	Cromatógrafo usado para as análises de n-alcanos e LCOH	34
Figura 5:	Perfil de alcanos e álcoois de cadeia longa (LCOH) das espécies vegetais maioritariamente selecionadas pelos animais	39
Figura 6:	Dietas selecionadas pelas cabras	41
Figura 7:	Distribuição dos grupos de cabras de acordo com a seleção de espécies arbustivas na dieta, em cada período de observação (a laranja – grupo a; a verde – grupo b; círculos – maio; triângulos – julho)	42
Figura 8:	Correlação entre as médias da composição de Fenólicos totais e Taninos das espécies vegetais com as médias de OPG	46

V ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Principais strongilídeos em ruminantes e sua localização no trato gastrointestinal.....	14
Quadro 2: Valores de recuperação fecal obtidos de caprinos em gaiolas metabólicas (Ferreira et al., 2007 e 2012).....	37
Quadro 3: Contagem de ovos de strongilídeos nas fezes no grupo A e B nos diferentes períodos.....	43
Quadro 4: Prevalência (Prev.%) e Abundância Proporcional Média (APM %) dos géneros de EGI presentes nos grupos A e B.....	44
Quadro 5: Composição química média dos componentes da dieta mais selecionados pelas cabras.....	44
Quadro 6: Composição média em fenóis totais e taninos das espécies vegetais mais selecionadas pelas cabras.....	45
Quadro 7: Contribuição das espécies ingeridas para as quantidades dos fenólicos totais e taninos no impacto sobre os OPG e as respectivas significâncias.....	47

VI LISTA DE ABREVIATURAS

% - Percentagem

μl – Microlitro

° C – Graus centígrados

ADF - Fibra em detergente ácido

ADL - Lenhina em Detergente Ácido

AH - Antihelmínticos

DOP- Denominação de Origem Protegida

EGI - Estrongilídeos gastrointestinais

EPC- Catequina

ETG - Especialidade Tradicional Garantida

g – Gramas

GAE- Ácido gálico equivalente

ha – hectares

Kg – Quilogramas

IGP - Indicação Geográfica Protegida

KOH – Hidróxido de potássio

LCOH – Álcoois de cadeia longa

m- Metro

M – Mol por litro

mg – Miligramas

mL – Mililitros

min- Minutos

mm – Milímetro

MS - Matéria seca

NDF - Fibra em detergente neutro

OPG - Ovos por grama

PB - Proteína bruta

PEG - Polietileno glicol

TC – Taninos condensados

v/v – Volume/volume por cento

I INTRODUÇÃO

A domesticação dos caprinos começou há cerca de 10 000 anos (Aziz, 2010), tendo sido dos primeiros ruminantes a serem domesticados (Rosa García *et al.*, 2012). Em 2014, existiam disseminados no mundo 1,06 mil milhões de caprinos (FAO, 2016), sendo a caprinicultura uma atividade muito importante, especialmente em países em desenvolvimento, onde é uma das principais fonte de subsistência (Aziz, 2010). No entanto, na Europa, este setor tem vindo a apresentar gradualmente uma menor importância, observando-se uma diminuição dos efetivos ao longo dos últimos anos (Rosa García *et al.*, 2012). Em 2017, em Portugal, contabilizou-se 340 mil cabeças (INE, 2018).

Portugal possui uma enorme diversidade de Recursos Genéticos Animais, que advém do facto de este ser um país com clima mediterrâneo com uma vasta variabilidade de condições de orografia, solos, clima, estrutura fundiária, entre outros fatores que por sua vez fazem com que possua uma elevada diversidade de condições ambientais, contando atualmente com 50 raças autóctones de espécies pecuárias. Das 50 raças existentes, seis são caprinas [Charnequeira, Serrana, Bravia, Preta de Montesinho, Serpentina e Algarvia (DGAV, 2013)], as quais na sua maioria estão oficialmente consideradas em risco de extinção (Carolino & Carolino, 2019). Isto deve-se ao reduzido efetivo e número de criadores, à introdução de raças exóticas, à falta de mão de obra com formação adequada para efetuar um manejo apropriado que otimize a expressão de todas as potencialidades produtivas (DGAV, 2013).

A raça caprina charnequeira, cujo nome proveio da sua área de exploração, a Charneca, parece ter tido origem na *Capra aegagrus*. Posteriormente, esta raça sofreu influências do tronco Pirenaico. Há quem defenda que esta é descendente da *Capra falconeri*, *Capra hircus sterpsicerus* ou *Céltica de August* (DGAV, 2013). O livro Genealógico da raça Charnequeira conta com cerca de 4634 animais inscritos (4411 fêmeas e 223 machos) (OVIBEIRA, 2015). Esta raça possui aptidão mista (leite/carne) e apresenta dois ecótipos devido às diferenças do meio em que vivem: a Alentejana/Machuna(30%) e a Beiroa(70%). Esta raça é distinguível das outras devido à sua pelagem forte, curta, lisa, uniforme e de coloração avermelhada com tons que variam desde o claro ao retinto (Yoshihara *et al.*, 2013). Geralmente as fêmeas possuem um pelo mais brilhante, e os machos um pelo mais grosso e áspero, maioritariamente no

dorso e lombo, com uma barbicha, o que por sua vez não é comum nas fêmeas (DGAV, 2013).

O Homem contou com estes animais para obter carne, leite e peles. Estes produtos constituem uma importante fonte de proteína animal de alto valor biológico, sendo ricos em cálcio, fósforo, potássio e vitaminas (principalmente do complexo B) (DGAV, 2012). A carne é magra, caracterizada por possuir quantidades reduzidas de gordura saturada e quantidades superiores de ácidos gordos monoinsaturados, em comparação com as suas congéneres (DGAV, 2013). Assim, as cabras oferecem produtos de elevada qualidade nutricional, seguros e de elevado valor económico, muitos deles com nomes protegidos (DOP, IGP e ETG) como é o caso da carne de “Cabrito da Beira” (IGP), ou queijos DOP (queijos da Beira baixa) (DOOR, 2019), contribuindo para um aumento da rentabilidade das explorações agrícolas (OVIBEIRA, 2015).

O clima exerce uma grande influência sobre o bem-estar animal e, por conseguinte, sobre a performance do animal. Porém, a espécie caprina destaca-se pela sua elevada rusticidade adaptando-se a variadas condições edafoclimáticas e diferentes regimes nutricionais. A utilização deste animal será uma mais valia pela clara contribuição na preservação do ambiente, sendo explorados maioritariamente em sistemas de produção extensivos e em zonas com solos nutricionalmente pobres (Rosa García *et al.*, 2012). Adicionalmente, estas cabras aproveitam os escassos recursos disponíveis que de outra forma não seriam aproveitados (Carolino & Carolino, 2019). Possuem também, um interesse particular porque não competem diretamente com outras espécies nem com o ser humano na sua alimentação (Aziz, 2010). A utilização de caprinos será assim uma mais valia pela clara contribuição na preservação do ambiente, e pela sustentabilidade da exploração quando os serviços ao ecossistema forem devidamente remunerados.

A infeção por parasitas GI (Gastrointestinais) em pequenos ruminantes é um dos maiores entraves no setor (Hoste *et al.*, 2015), representando uma severa ameaça à rentabilidade e viabilidade das explorações, a nível mundial. Estas infeções diminuem a performance do animal infetado e podem provocar, em situações extremas, a sua morte. Por outro lado aumentam o custo de produção da exploração ao recorrer à utilização de fármacos para combater a doença (Lagares, 2008; Almada *et al.*, 2017). O uso exaustivo

de quimioprofilaxia através de antihelmínticos (AH) e antimicrobianos sintéticos levaram ao desenvolvimento de populações parasitas resistentes (Borges & Borges, 2016), a impactos ecológicos negativos e ao aparecimento de resíduos na cadeia alimentar (carne e leite) (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). Neste contexto surgiu a necessidade de desenvolver alternativas ecológicas e sustentáveis para o combate aos parasitas GI nas explorações pecuárias. O uso integrado de plantas bioativas que contêm metabolitos secundários com atividade AH (em particular os compostos fenólicos, a que pertencem os taninos condensados (TC)), tem sido das soluções mais estudadas e promissoras no combate destes strongilídeos (Hoste *et al.*, 2011). Adicionalmente, estas plantas servem como suplemento alimentar devido ao seu valor nutricional (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011), sendo assim consideradas como plantas nutracêuticas. Entende-se por planta nutracêutica “qualquer substância que possa ser considerada um alimento ou parte de um alimento que proporcione benefícios para a saúde, incluindo a prevenção e tratamento de doenças” (Andlauer & Fürst, 2002).

Durante muito tempo a vegetação mediterrânica foi explorada exaustivamente pelos herbívoros domésticos. No entanto, a sua diversidade vegetativa continua alta e com a maior parte das espécies palatáveis. Isto provavelmente deve-se a um comportamento alimentar seletivo imparcial de todas os animais, mostrando que estes possuem estratégias de pastoreio diferentes (Baraza, Hódar, & Zamora, 2009). Consoante as adaptações morfofisiológicas do sistema digestivo dos animais, é possível atribuir uma classificação do comportamento alimentar (Benavides *et al.*, 2009; Ferreira *et al.*, 2017). No caso dos ruminantes que ingerem quantidades superiores a 75% de erva são denominados por “grazers” como é o caso de ovinos e bovinos. Os animais que ingerem maioritariamente rebentos, alimentos lenhosos, folhas de árvores e arbustos em quantidade elevada, classificam-se como “browsers”, como é o caso dos caprinos (Benavides *et al.*, 2009; Bugalho, 2009). Pode-se ainda encontrar animais que demonstrem um tipo de alimentação intermédio, alimentando-se tanto de erva, como de partes de arbustos e árvores (Ferreira *et al.*, 2017).

Considerando esta informação, esta dissertação teve como objetivo principal avaliar o comportamento alimentar de cabras em pastoreio de vegetação arbustiva mediterrânica, e relacionar a dieta selecionada com a atividade anti-helmíntica desta vegetação sobre os parasitas GI comuns da região, através da contagem de ovos destes strongilídeos eliminados nas fezes.

II REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

II.1 COMPORTAMENTO ALIMENTAR DOS CAPRINOS

A necessidade de um animal manter a homeostase leva a que, instintivamente, procure o alimento que melhor satisfaça a relação custo-benefício da assimilação do nutriente *versus* o gasto energético proveniente da busca e apreensão do alimento. Essas ponderações são constantemente efetuadas e fazem parte dos fatores que determinam, onde, o quê, quanto e como o animal se alimenta (Carvalho *et al.*, 2009).

Pode-se caracterizar a ingestão de alimentos através de mecanismos básicos de controlo: o fisiológico, diretamente correlacionado com a manutenção do equilíbrio energético regulado pelo balanço nutricional da dieta; o físico, associado à capacidade de distensão do retículo-rúmen e ao teor de fibra detergente neutro (NDF); à regulação psicogénica, associada à resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou manejo alimentar; e a fatores “não nutricionais”, relacionados com a habilidade dos animais a ingerir a forragem, e aos efeitos da estrutura do coberto vegetal sobre o seu comportamento de ingestão (Van Soest., 1994; Mertens, 1994).

Os ruminantes, em particular, possuem um sistema extremamente eficiente de seleccionar alimentos que vão satisfazer as suas necessidades nutricionais (Arume, 2010), demonstrando uma maior preferência por aqueles que lhes permitam uma maior taxa de consumo (Baraza *et al.*, 2009).

Os caprinos, distinguem-se dos restantes ruminantes, no que toca a comportamento alimentar, por serem uma espécie com um nível de seletividade extremamente acentuado. Isto sucede devido à sua elevada capacidade de seleccionar as plantas com maior qualidade nutritiva atingindo com maior rapidez a saciedade, e de adaptar o seu comportamento alimentar à concentração das características químicas dos alimentos, evitando as que sejam menos nutricionais e/ou que contenham altos níveis de toxinas (Baraza *et al.*, 2009; Basha, Scogings, & Nsahlai, 2009; Hoste *et al.*, 2005), resultado de interações entre os compostos primários e secundários dentro do trato gastrointestinal. As proporções das espécies vegetais ingeridas vão variar consoante a biomassa herbácea disponível, estágio fenológico da planta, variação sazonal na concentração dos compostos secundários, mudando de acordo com a estação do ano, e ainda com o estado fisiológico e nutricional dos animais e a época do ano (Narvaez *et al.*, 2012; Castro & Fernández Núñez, 2016; Manousidis *et al.*, 2016). Este

comportamento alimentar vai também variar de indivíduo para indivíduo (Lama *et al.*, 2011), de acordo com a sua experiência em relação ao alimento previamente ingerido, ou da influência social do rebanho e da mãe (Baraza *et al.*, 2009).

Alguns autores verificaram que determinados compostos químicos das plantas, como por exemplo os taninos, exercem um efeito negativo em cabras quando expostas a determinadas condições. No entanto, quando em meio natural ou com possibilidade de escolha entre misturas de muitas plantas estes efeitos diminuíram ou desapareceram (Baraza *et al.*, 2009). Estudos comprovam que as cabras apresentam preferência por uma dieta com vários alimentos à disposição, resultando numa maior eficiência produtiva quando possuem um sistema alimentar composto por uma comunidade de plantas de diversas espécies (Baraza *et al.*, 2009; Šarić *et al.*, 2014). Quando este animal é mantido com uma única fonte de alimento por muito tempo não conseguem ficar gestantes, necessitam de várias fontes de alimentação à sua disposição (Arume, 2010). Estas utilizam os sentidos olfativos, gustativo e tátil com base no feedback para determinar o valor nutricional antes de ingerir as plantas de forma a selecionar as plantas que irão ingerir de maneira a atender às suas necessidades nutricionais (Arume, 2010; Narvaez *et al.*, 2012; Šarić *et al.*, 2014).

Em estado selvagem, quando os animais se encontram em alerta constante, o objetivo era consumir a maior quantidade de energia no mínimo tempo possível, a fim de evitar ficarem suscetíveis ao ataque dos predadores. Deste modo, aperceberam-se que as suas necessidades eram mais rapidamente atingidas quando consumiam as partes mais superiores das plantas, onde, por norma, localizam-se a maior concentração dos nutrientes (folhas) (Carvalho *et al.*, 2009).

Com a domesticação dos ruminantes, os seus mecanismos de defesa foram decrescendo, porém continuam a preferir pastar durante o dia (Ferreira *et al.*, 2013). Isto pode ser justificado pela dificuldade de se alimentarem no escuro, ou até mesmo devido a um mecanismo de defesa vestigial contra a predação. No entanto, o período de pastoreio também pode ocorrer no final da tarde, especialmente nos dias mais quentes e quando o comprimento do dia é menor. Outra razão que pode explicar o facto de terem um comportamento mais intensivo ao final da tarde, é o facto de neste período as gramíneas conterem um maior teor de hidratos de carbono (Ferreira *et al.*, 2013).

Autores verificaram que os caprinos ingerem maior quantidade de nutrientes na primavera (Manousidis *et al.*, 2016), conseguindo com maior facilidade aumentar ou manter o seu peso nesta estação, o que normalmente não acontece no verão e no outono (Celaya *et al.*, 2013; Osoro *et al.*, 2013). Na primavera há rebentos de arbustos e maior proporção de material verde de espécies herbáceas com alto teor em proteína e energia metabolizável, o que não se observa no verão e no outono (Narvaez *et al.*, 2012). No entanto, conseguem manter uma melhor performance em relação aos restantes animais, que poderá advir do facto de serem mais seletivos, permitindo-lhes suportar melhor condições climáticas mais secas, resultado de uma maior habilidade para usar vegetação inhóspita e uma menor dependência do uso de pastagens melhoradas. Assim, esta característica tão própria dos caprinos, possibilita não só uma diminuição da competição interespecíficas com outros herbívoros, como ainda, em vegetação pobre, permitem o crescimento de ervas entre os arbustos de forma a beneficiar outros herbívoros (Osoro *et al.*, 2015).

Geralmente, as cabras pastoreiam um maior número de horas diárias do que as restantes espécies (Benavides *et al.*, 2009). Num trabalho realizado por Celaya *et al.*, 2008, verificara, que os ovinos pastaram por uma média de 633 min/dia enquanto que os bovinos gastaram 537 e 527 min/dia. Esta diferença fez-se sentir de uma forma acentuada no verão, quando a média da atividade de pastoreio de cabras consegue ultrapassar os 720 min/dia, enquanto que as ovelhas e as vacas mantêm um tempo de pastoreio relativamente constante durante todo o ano. Estes tempos vão variar consoante o tipo de rebanho, com o manejo e com as espécies herbáceas e lenhosas disponíveis (Celaya *et al.*, 2013).

Diferenças significativas, relativamente ao comportamento alimentar, são observadas entre as várias espécies devido às suas diferentes adaptações evolutivas morfofisiológicas (Celaya *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2012), explorando assim diferentes recursos de espécies vegetais (Ferreira *et al.*, 2013).

II.1.1 CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS

Podem-se distinguir entre espécies diferentes características morfológicas da boca (a sua anatomia: a largura do focinho, dentição, língua, etc.), corporais (ex: tamanho corporal, capacidade de ingestão), diferentes fisio-características (como a estratégia digestiva e consequente fermentação) (Benavides *et al.*, 2009; Ferreira *et al.*,

2017). Essas diferenças repercutem-se diretamente em importantes alterações nos hábitos alimentares, na forma de apreensão dos alimentos, provenientes das suas adaptações morfofisiológicas digestivas. Assim, pode-se caracterizar três grupos: *browsing* (ingerem maioritariamente plantas lenhosas, nomeadamente os caprinos); *grazing* (ingerem maioritariamente gramíneas, como é o caso dos bovinos e ovinos) e consumidores intermediários, como por exemplo os equinos (Ferreira *et al.*, 2017). Animais considerados “*browsers*” consomem maioritariamente folhas de arbustos e de árvores, os quais podem fornecer recursos nutricionais significativos a sistemas de produção de pequenos ruminantes, especialmente de caprinos. Muitas destas plantas presentes na vegetação ou em pastagem são cada vez mais estudadas pela sua possível atividade anti-helmíntica (muitas vezes ricas em taninos e outros compostos fenólicos) (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a). No entanto, o mecanismo de comportamento de pastoreio e seleção de dieta de herbívoros é bastante complexo, não havendo uniformidade na classificação entre as espécies.

II.1.1.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS NA PREENSÃO DO ALIMENTO

O tamanho corporal é uma característica crucial, pois é este que determina a estratégia de pastoreio dos ruminantes, as necessidades nutricionais, a capacidade de ingestão e digestão, afetando desta forma a eficiência produtiva do animal, que também vai variar consoante o estado fisiológico do mesmo (Celaya *et al.*, 2008).

Os bovinos, isentos de dentes incisivos superiores e de lábios com movimentos limitados, usam a sua língua áspera, longa e móvel para apreender o alimento e, com movimento brusco da cabeça, arrancam-no e puxam-no entre os dentes incisivos inferiores e a lâmina dental para o interior da cavidade bucal. No entanto, devido ao seu focinho grande e plano, e possuírem a língua como principal órgão de preensão dos alimentos, apresentam certa dificuldade na apreensão de alimento em pastagens de erva mais baixas, tornando a seleção menos eficiente (Mendes, 2010).

Por sua vez, os caprinos e ovinos utilizam essencialmente os dentes incisivos inferiores e os lábios móveis e ágeis para a preensão do alimento (Ferreira *et al.*, 2013). Também recorrem à língua, mas em menor grau que os bovinos. Desta forma, os pequenos ruminantes conseguem ser bastante eficientes na separação e escolha do alimento, conseguindo apreender com facilidade partes específicas do alimento, mesmo a de menor tamanho, permitindo um pastoreio muito mais rasteiro do que os bovinos (Manousidis *et al.*, 2016). O focinho mais afunilado e pequeno atribui-lhes uma

vantagem anatômica na seleção da dieta na pastagem (Ferreira *et al.*, 2013). Esse mecanismo de preensão proporciona uma maior capacidade de sobreviver em áreas mais pobres, com menor disponibilidade do alimento, ou com qualidade de forragem inferior.

Os caprinos, comparativamente com as outras espécies, são mais ágeis, pastando com a cabeça erguida, e em estratos de vegetação mais altos, permitindo-lhes selecionar porções do alimento mais palatáveis, mas menos acessíveis (por exemplo: rebentos) na vegetação lenhosa, conseguindo colocarem-se em posição bipedal, ou posições aéreas em árvores (Goetsch *et al.*, 2010; Manousidis *et al.*, 2016) como é possível observar na Figura 1. Deste modo, conseguem rejeitar as plantas de menor valor nutricional (Ferreira *et al.*, 2013) e, evitar contato excessivo com os estágios infantis de estrongilídeos gastrointestinais (EGI) (Costa, Simões, & Riet-Correa, 2011).

Para além disso, os bovinos e os ovinos parecem ser altamente competitivos na seleção de espécies herbáceas palatáveis e de maior qualidade nutricional (Benavides *et al.*, 2009). Os caprinos, uma vez que selecionam uma grande quantidade de espécies lenhosas nas suas dietas (Benavides *et al.*, 2009; Celaya *et al.*, 2011; Osoro *et al.*, 2013), mesmo quando a disponibilidade herbácea é alta (Celaya *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2013) complementam os outros ruminantes de forma a obter uma utilização mais eficiente dos alimentos disponíveis. Deste modo, é possível alcançar um sistema de exploração sustentável, no qual o desempenho animal e a eficiência do uso de recursos alimentares são maximizados.



Figura 1 - Habilidades dos caprinos

II.1.1.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

Como referido anteriormente, os pequenos ruminantes diferem dos grandes ruminantes pela elevada necessidade nutricional (Celaya *et al.*, 2013) relativamente à sua capacidade intestinal, grande seletividade alimentar, capacidade de pastorear pastagens mais curtas e ainda, serem mais eficientes em digerir alimentos de baixa qualidade (Dumont *et al.*, 2007). Assim, quanto menor for o tamanho corporal, mais elevadas serão as necessidades energéticas relativamente à capacidade do rúmen e do intestino em comparação com animais maiores e, por conseguinte, os pequenos herbívoros terão de selecionar alimentos de maior qualidade nutritiva, de forma a suprir todas as suas necessidades face à limitação intestinal (Celaya *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2017). Os animais de porte maior e, portanto com intestino de maior capacidade, conseguem reter a digesta por mais tempo no trato gastrointestinal, e consequentemente, resulta numa maior eficiência digestiva ou seja, maior extração de nutrientes dos alimentos (Celaya *et al.*, 2008; Ferreira *et al.*, 2017).

Os diferentes comportamentos de pastoreio entre espécies ruminantes têm grande impacto na ecologia microbiana do rúmen e na sua composição, uma vez que estas vão depender consideravelmente da dieta consumida. Foram encontradas diferenças na microbiota ruminal e nos parâmetros de fermentação entre diferentes espécies (Henderson *et al.*, 2015; Osoro *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2017), tendo-se

verificado que as cabras apresentam uma menor diversidade de microbiota ruminal. Isto pode advir do facto que, uma vez que consomem uma maior quantidade de espécies lenhosas (mais lignina e taninos), possuem uma maior especialização microbiana (Dehority, 2003) com mais populações microbianas especializadas na digestão de alimentos mais fibrosos e com taninos (Ferreira *et al.*, 2017).

Molina-Alcaide *et al.* (1997) verificaram que os caprinos também possuem uma maior capacidade de ingestão em comparação com os ovinos. Isto pode estar relacionado com as diferentes características morfofisiológicas no trato digestivo, dado que esta espécie parece efetuar com maior eficiência a trituração dos alimentos na boca (Pérez-Barbería & Gordon, 1998), o que consequentemente irá proporcionar um menor tempo de retenção da digesta (Silanikove *et al.*, 1993; Osoro *et al.*, 2015), permitindo, desta forma, uma maior velocidade na remoção dos resíduos ingeridos no trato digestivo, maximizando sua capacidade de ingestão de alimentos (Ferreira *et al.*, 2015; Osoro *et al.*, 2015). No entanto, embora tenham sido descritas algumas diferenças entre espécies na digestão ruminal e parâmetros de fermentação, há ainda falta de conhecimento sobre a população responsável pela digestibilidade do material vegetal fibroso (Ferreira *et al.*, 2015).

II.1.2 VEGETAÇÃO MEDITERRÂNICA

O ecossistema mediterrâneo é constituído por uma grande variedade de arbustos em complexas interações planta-animal que se têm desenvolvido ao longo do tempo (Šarić *et al.*, 2014). No entanto, embora sujeito à pressão imposta pela utilização por herbívoros domésticos, a biodiversidade na vegetação mediterrânica mantém-se, nomeadamente de espécies mais palatáveis (Baraza *et al.*, 2009). Isto só é possível por existirem estratégias de pastoreio diferentes pelas diversas espécies de herbívoros (Provenza *et al.*, 2003) que devidamente conduzidos em pastoreio extensivo funcionam como uma maneira de preservar a diversidade da vegetação mediterrânica (Baraza *et al.*, 2009).

Portugal é um país Mediterrânico em que 49% da Superfície Agrícola Útil é constituída por pastagens permanentes (INE, 2011) que se encontram sob coberto de "*Quercus*" e "*Pinus*" com baixa densidade, sendo uma relevante fonte de recursos alimentares para ruminantes em pastoreio (Belo & Pereira, 2002). Porém, devido a um mau aproveitamento desta vegetação, ao uso incorreto e ao abandono de atividades

agrícolas e pecuárias desde a década de 1950 e à eutrofização (Celaya *et al.*, 2007; Benavides *et al.*, 2009; Ferreira *et al.*, 2013), os arbustos ganharam uma crescente expressão em conjunto com as comunidades nitrófilas. Estes constituem uma das maiores fontes de propagação de incêndios florestais causando sérios problemas ambientais, bem como eco-perdas económicas associadas ao custo de prevenção e extinção de incêndios (Baraza *et al.*, 2009; Benavides *et al.*, 2009; Celaya *et al.*, 2011).

Terrenos marginais e pobres, com solos ácidos, cobrem grandes áreas no noroeste da Península Ibérica, constituindo um recurso precário para a produção devido ao seu baixo valor nutritivo (Celaya *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2013; Osoro *et al.*, 2013). Muitas das áreas naturais mediterrânicas protegidas, contendo áreas arborizadas de pastagem, são direcionadas para pastoreio tradicional em sistemas de produção extensivos de caprinos e ovinos (Baraza *et al.*, 2009; Bonanno *et al.*, 2007). Para que se proporcione uma utilização mais eficiente e sustentável de cada comunidade vegetativa específica e um melhor nível de desempenho animal é necessário conhecer bem o comportamento seletivo por parte dos animais nestas áreas marginais (Ferreira *et al.*, 2012; Osoro *et al.*, 2013; Ferreira *et al.*, 2017).

O estabelecimento de sistemas de produção animal adequados (considerando o manejo de pastoreio com base nas espécies pecuárias, , na carga animal, etc.) (Benavides *et al.*, 2009), ou metas ambientais (manutenção da biodiversidade, controle de invasão de arbustos, redução do risco de incêndio, etc.) previamente definidos nestas áreas (Celaya *et al.*, 2010; Narvaez *et al.*, 2012; Castro & Fernández Núñez, 2016), podem proporcionar um benefício ambiental e económico. Assim, contribui-se para a melhoria das condições de vida das populações rurais, aumentando o valor das terras e melhorando a conservação da fauna e flora locais (Celaya *et al.*, 2011; Rosa García *et al.*, 2012).

Neste sentido, autores sugerem a incorporação de mais nutrientes nos recursos alimentares existentes através de pastagens melhoradas, semeadas com forragens que promovam aumentar a ingestão de proteína e energia, e a utilização de vegetação natural para fornecer fibra, minerais e compostos secundários (Hoste *et al.*, 2005; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). Este tipo de pastagens oferecem soluções para reduzir o uso de químicos em situações epidemiológicas, além de constituírem um complemento às necessidades nutricionais dos animais, contribuindo para a sustentabilidade económica

dos sistemas de produção animal (Ferreira *et al.*, 2013) e ainda, ajudam a manter a biodiversidade que é importante do ponto de vista ambiental (Celaya *et al.*, 2007; Celaya *et al.*, 2011; Celaya *et al.*, 2013; Osoro *et al.*, 2013).

Entre os ruminantes, a espécie caprina, é considerada um importante fator biológico que molda a diversidade, estrutura, composição (Rosa García *et al.*, 2012) e dinâmica do ecossistema Mediterrâneo (Baraza *et al.*, 2009; Belo. & Pereira, 2002). Esta espécie é capaz de reduzir a cobertura do mato de forma mais eficiente do que os restantes ruminantes (Benavides *et al.*, 2009). Rosa García *et al.* (2012), relatam que em um ano caprinos provocaram uma redução de 45% para 15% em pastos montanhosos dos Apalaches, enquanto que os ovinos necessitaram de 3 anos. As cabras, devido à sua seletividade de alimento, convertem e filtram a composição e abundância da vegetação de áreas marginais. Esta espécie animal permite não só a coexistência no mesmo habitat de diversas espécies lenhosas com diferentes valores nutricionais (Baraza *et al.*, 2009; Celaya *et al.*, 2013), como as consome convertendo em produtos de elevada qualidade nutritiva e organolética como carne e leite (Manousidis *et al.*, 2016), sendo das poucas atividades económicas possíveis nestas áreas (Belo & Pereira, 2002).

Um estudo realizado por Belo & Pereira (2002) com caprinos da raça Charnequeira e Serrana mostrou que os animais exibiram uma maior preferência pelas espécies *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europeae* var. *sylvestris*, e *Cistus monspeliensis*, espécies estas consideradas nutracêuticas.

Os caprinos em ambiente natural tendem a procurar ativamente os rebentos jovens e mais ricos em nutrientes das plantas lenhosas, apresentando ainda adaptações às defesas químicas desse tipo de vegetação, nomeadamente a compostos secundários como os taninos condensados (Belo & Pereira, 2002). É possível encontrar determinadas comunidades de plantas mediterrânicas arbustivas com uma grande variedade de compostos bioquímicos (nutritivos, tóxicos, AH e outros componentes benéficos para o organismo) que torna possível uma nutrição alimentar mais eficiente (Hoste *et al.*, 2011; Šarić *et al.*, 2014).

Da mesma forma que os animais, as plantas, quando da sua evolução, desenvolveram mecanismos de defesas contra os ataques dos seus “predadores”, os herbívoros. Estas podem-se distinguir em dois grupos: proteção mecânica e a proteção química (Carvalho *et al.*, 2009). A mecânica consiste no desenvolvimento de

características morfológicas e anatômicas tais como acúleos, espinhos, tricomas, rigidez de folhas, e também a incorporação de grânulos minerais em alguns tecidos (Carvalho *et al.*, 2009). Por outro lado, as defesas químicas, constituídas por compostos secundários, como cristais inorgânicos e outros compostos químicos, são desenvolvidas, ou aumentam a sua produção destes compostos, consoante o estímulo recebido pelo início de um “ataque” de herbívoros (Hanley, 2007). Estas variações químicas têm importantes repercussões tanto para os herbívoros, como para as próprias plantas, uma vez que gastam energia para manter a variação genética das defesas químicas, aumentando a sua aptidão quando o nível predatório é alto. Os taninos são a defesa química base nos ecossistemas mediterrânicos (Baraza *et al.*, 2009). Estas relações planta-herbívoro são a base dos mecanismos de seleção de dietas em pastoreio, explicando, de certo modo, como se desenvolvem as preferências dos animais (Carvalho *et al.*, 2009). As plantas diferem em termos qualitativos entre espécies, entre indivíduos da mesma espécie e, até, entre partes da própria planta (Orians & Jones, 2001). Isto irá proporcionar ao animal um maior, ou menor consumo de quantidade de uma determinada planta consoante as suas características químicas e a sua diversidade no meio em que se encontram. Esta diversidade nas plantas ocorre devido a fatores genéticos, condições de crescimento ambientais a que estão sujeitas, às interações com os predadores, nomeadamente os herbívoros, constituindo um mosaico nutricional à disposição destes (Baraza *et al.*, 2009).

Há muitas outras características químicas que determinam o valor nutricional de uma planta nos ecossistemas mediterrâneos, como por exemplo, um bom indicador do valor nutritivo pode ser dado pela disponibilidade de proteína (Owen-Smith, 1994). Esta variável agrupa duas importantes características nutritivas, azoto e taninos (Osuga *et al.*, 2007), e correlaciona-se negativamente com o resto das variáveis. A fibra e a capacidade oxidativa do fenol diminuem quando o nível de proteína sobe, aumentando o valor nutritivo das plantas (Baraza *et al.*, 2009).

Além disso, o pastoreio da vegetação arbustiva mediterrânica constituída por plantas com compostos bioativos, poderá ser incluído em programas integrados de controlo parasitário (Šarić *et al.*, 2014). É importante compreender quais os efeitos que os compostos secundários presentes nesta vegetação exercem nos animais, a fim de criar estratégias de gestão para o pastoreio, com possível introdução de espécies arbustivas

com propriedades bioativas nos sistemas de pastoreio já existentes (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

II.2 PARASITAS GASTROINTESTINAIS

A infecção de pequenos ruminantes em pastoreio por nematodes gastrointestinais, nos quais se inserem os estrongilídeos (EGI), é dos maiores fatores restritivos no setor pecuário (Hoste *et al.*, 2015), especialmente em climas húmidos (Celaya *et al.*, 2011), resultando em grandes perdas económicas, ameaçando a rentabilidade e a viabilidade das explorações de pequenos ruminantes devido ao aumento da mortalidade dos animais, à diminuição do rendimento, e ao aumento da utilização de fármacos para o controlo da infecção (Lagares, 2008; Gonzalo, 2013; Almada *et al.*, 2017).

Os EGI estão presentes em todo o mundo, no entanto alguns géneros predominam em determinadas regiões consoante as condições climáticas a que estão sujeitos (Lomine *et al.*, 2014), apresentando os animais autóctones uma melhor resistência comparativamente aos das raças exóticas (Rosa García *et al.*, 2012). *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Strongyloides papillosus* e *Oesophagostomum colubianum* são os géneros que apresentam maior prevalência e maior intensidade na infecção no abomaso e no intestino delgado de pequenos ruminantes (Quadro 1), sendo considerados os nematodes com maior importância económica nas explorações de caprinos e ovinos (Costa, Simões, & Riet-Correa, 2011; Hoste *et al.*, 2015). Por sua vez, em zonas temperadas, os nematodes predominantemente encontrados são *Teladorsagia circumcincta* (localizados no abomaso) e *Trichostrongylus colubriformis* (localizados no intestino delgado) (Osoro, Mateos-Sanz, *et al.*, 2007; Celaya *et al.*, 2010; Gonzalo, 2013; Lomine *et al.*, 2014). O *Haemonchus contortus* é o nemátodo mais testado com plantas com poder AH ou seus extratos. Em contrapartida, o *Trichostrongylus colubriformis*, o nemátodo mais comum em zonas temperadas secas, está ainda pouco estudado (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013b).

Quadro 1: Principais nematodes em ruminantes e sua localização no trato gastrointestinal

Família	Géneros	Localização no hospedeiro	Hospedeiro
<i>Haemonchinae</i>	<i>Haemonchus contortus</i>	Abomaso	Ovinos, Caprinos
	<i>Haemonchus placei</i>		Bovinos
	<i>Haemonchus longistipes</i>		Camelos
<i>Trichostrongylinae</i>	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Intestino Delgado	Ovinos, Caprinos, Bovinos
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>		Ovinos, Caprinos, Bovinos

	<i>Trichostrongylus capricola</i>		Ovinos, Caprinos
	<i>Trichostrongylus axei</i>	Abomaso	Ovinos, Caprinos
<i>Ostertiinae</i>	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Abomaso	Ovinos, Caprinos
	<i>Ostertagia ostertagi</i>		Bovinos
	<i>Ostertagia occidentalis</i>		Ovinos
	<i>Ostertagia trifurcata</i>		Ovinos, Caprinos
<i>Cooperiinae</i>	<i>Cooperia curticei</i>	Intestino Delgado	Ovinos, Caprinos
	<i>Cooperia oncophora</i>		Bovinos
	<i>Cooperia punctata</i>		Bovinos
<i>Nematodirinae</i>	<i>Nematodirus abnormalis</i>	Intestino Delgado	Ovinos, Caprinos, Camelos
	<i>Nematodirus battus</i>		Ovinos, Caprinos
	<i>Nematodirus helvetianus</i>		Bovinos
	<i>Nematodirus spathiger</i>		Ovinos, Caprinos, Bovinos
	<i>Nematodirus filicollis</i>		Ovinos, Caprinos
<i>Oesophagostominae</i>	<i>Oesophagostomum columbianum</i>	Ceco e cólon	Ovinos, Caprinos
	<i>Oesophagostomum radiatum</i>		Bovinos
	<i>Oesophagostomum venulosum</i>		Ovinos, Caprinos
<i>Chabertiinae</i>	<i>Chabertia ovina</i>	Cólon	Ovinos, Caprinos, Bovinos

Fonte: Lomine *et al.*, 2014

As cabras e as ovelhas são infetadas pelos mesmos géneros de nematodes, no entanto, os efeitos provocados diferem largamente entre os dois hospedeiros (Gonzalo, 2013), de acordo com sua imunidade, fisiologia e características comportamentais (Costa *et al.*, 2011) e até mesmo entre indivíduos da mesma espécie, mas de raças diferentes (Hoste, Leveque, & Dorchies, 2001). As cabras são mais suscetíveis que as outras espécies ao parasitismo pelos EGI (Celaya *et al.*, 2007; 2008; Celaya, Moreno-Gonzalo, & Lopez, 2016).

Do ponto de vista ambiental, alguns autores relacionam os diferentes níveis de parasitismo com as diferenças no comportamento alimentar (Hoste *et al.*, 2001; Hoste, Torres-Acosta, & Aguilar-Caballero, 2008; Costa *et al.*, 2011; Gonzalo, 2013). Estes alegam que, uma vez que os caprinos possuem um comportamento principalmente de animais browsers, consumindo maioritariamente arbustos e folhagens de árvores, comparativamente ao comportamento “grazing” dos ovinos ingerindo essencialmente gramíneas e forragens, representam um menor risco de contaminação por nemátodos, e ingerindo mais alimentos que contenham compostos secundários. Do ponto de vista evolutivo, ao contrário dos ovinos, este comportamento explica o facto dos caprinos desenvolverem uma fraca capacidade de resposta imunológica contra parasitas (Hoste *et al.*, 2005; Celaya *et al.*, 2008; Hoste *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2011). Diferenças na intensidade da resposta imune do hospedeiro também é verificável entre indivíduos (Hoste *et al.*, 2001). Desta forma, a fim de manter uma boa sanidade animal em

pastagem, os animais jovens e adultos geralmente requerem tratamento anti-helmíntico (Celaya *et al.*, 2008), sendo os mais jovens os mais suscetíveis (Costa *et al.*, 2011).

A baixa ingestão de nutrientes em terras desertas pode facilitar a infecção por agentes parasitários (Celaya *et al.*, 2008). Osoro *et al.* (2009) defenderam que é possível modificar a extensão e a gravidade das infecções por parasitas recorrendo a técnicas de manejo animal e pastoreio através da aplicação de forma correta dos métodos de gestão de pastoreio. Vários autores referem que, dentro dessas estratégias, a carga animal, deveria ser considerada o principal fator de manejo (Bonanno *et al.*, 2007; Osoro *et al.*, 2009; Askar *et al.*, 2013; Celaya *et al.*, 2016) pois, em ensaios com uma alta carga animal, verificaram maior eliminação de ovos de nematodes, e as contagens de larvas no abomaso e no intestino delgado tenderam a ser maiores. Isto pode ser explicado pelo facto de uma maior carga animal contaminará mais as pastagens (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2009), influenciará o comportamento alimentar seletivo dos animais, a biodiversidade existente, afetando o valor nutritivo da dieta (Goetsch *et al.*, 2010; Askar *et al.*, 2013; Celaya *et al.*, 2016). Por outro lado, uma pastagem com vegetação mais baixas pode conter maior carga parasitária, visto ser mais fácil para os parasitas migrarem para o topo das plantas (Frutos *et al.*, 2008). Assim sendo, os animais em pastoreio podem estar em maior risco ao consumir estas pastagens contaminadas, ingerindo simultaneamente as larvas dos nematodes.

Após a aquisição de imunidade contra estes parasitas, a expressão da resposta imune dos animais tem efeito em diferentes estágios do ciclo biológico dos EGI, seja através da redução do estabelecimento larval (medida pelo número de larvas na necropsia), redução do crescimento de larvas parasitárias (medidas pelo comprimento da larva) ou diminuição da fertilidade de larvas fêmeas (medida pela eliminação de ovos) (Hoste *et al.*, 2008; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013c).

II.2.1 CICLO DE VIDA DOS PARASITAS

Os EGI dos ruminantes possuem um ciclo de vida monóxeno, necessitando apenas de um hospedeiro para completar o seu ciclo de vida (Lomine *et al.*, 2014). Este é composto por duas fases: uma fase de vida livre (no ambiente externo/fase exógena) e uma fase parasítica dentro do hospedeiro (fase endógena).

O ciclo evolutivo dos nematodes decorre quando as condições necessárias relacionadas com a biologia e a ecologia do estado livre (fase exógena) na superfície do

solo se proporcionam (Urquhart *et al.*, 1996). Isto é, este só é concretizado com sucesso quando ocorre o desenvolvimento, a migração e a sobrevivência dos ovos e das larvas, os quais estão dependentes do tipo de fezes, da temperatura, da humidade, da luminosidade, do tipo de solo, altura e densidade da vegetação e presença de predadores (Almeida *et al.*, 2005; Gonzalo, 2013).

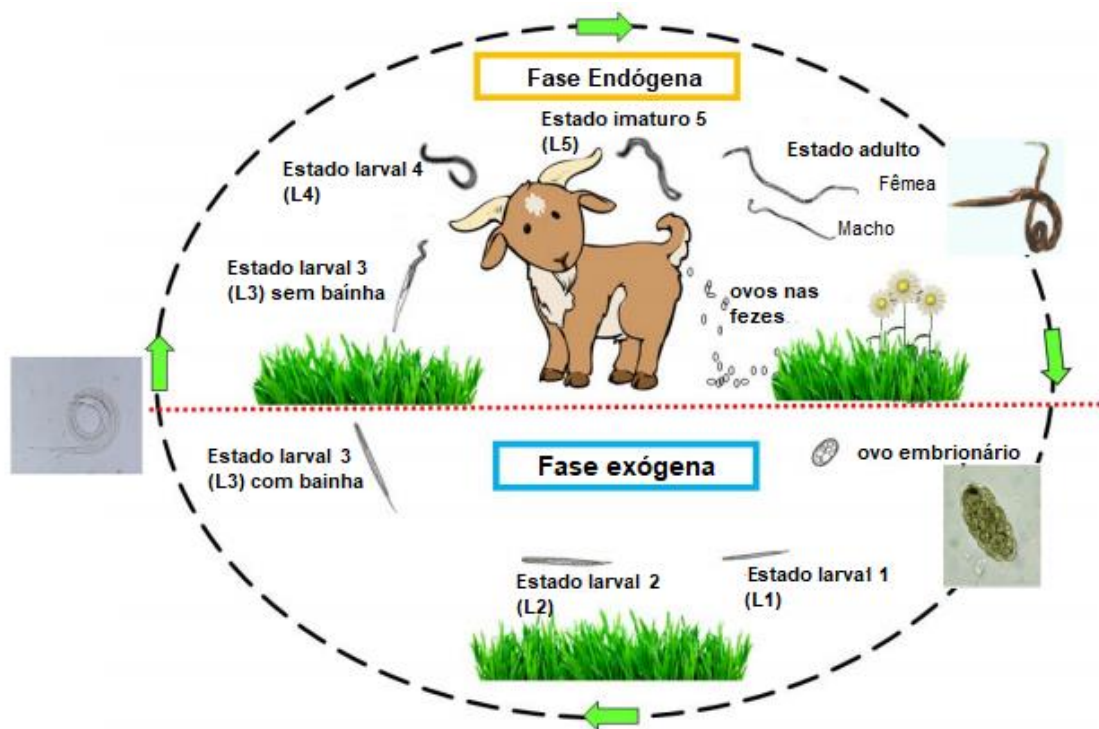


Figura 2: Ciclo de vida dos nematodes (nematoda: strongylida) gastrointestinais dos ruminantes (adaptado de Lomine *et al.*, 2014)

II.2.1.1 FASE EXÓGENA

A fase de vida livre dos EGI inicia-se com a eliminação, nas fezes do hospedeiro, dos ovos produzidos pelas fêmeas adultas, dispersados nas pastagens (Osoro *et al.*, 2009). Uma vez atingidas as condições ambientais ótimas (temperatura mínima de 10° C e humidade de 60%), os ovos eclodem, libertando as larvas do estado 1 (L1) (Urquhart *et al.*, 1996). Posteriormente, as L1s desenvolvem-se até larvas infetantes (L3).

Em comparação com o estado L3, os estados intermediários (L1 e L2) não são muito resistentes no ambiente externo (Lomine *et al.*, 2014). Consoante as condições ambientais, as larvas no estado L3, conseguem sobreviver numa pastagem durante vários meses em climas temperados graças às suas reservas lipídicas, enquanto em

zonas tropicais ou subtropicais, a taxa de sobrevivência decresce resistindo apenas por algumas semanas (Urquhart *et al.*, 1996 ; Wang *et al.*, 2014). A dispersão das larvas na pastagem depende essencialmente da água (em quantidade suficiente) proveniente do orvalho ou chuva para permitir a sua migração (Osoro *et al.*, 2009). O estado larval L3 é dotado de grande mobilidade, comparativamente com os estados anteriores, de forma a conseguirem dispersar e aproximarem-se do hospedeiro mais rapidamente (Almeida *et al.*, 2005).

A presença desta fase exógena torna praticamente impossível erradicar por completo os EGI através do uso de AH, pois existirão sempre aqueles mais resistentes. Por este motivo, as metodologias contendo AH apenas conseguem que o nível de parasitismo permaneça baixa, em níveis toleráveis de forma a que não prejudique a sanidade do animal (Gonzalo, 2013).

II.2.1.2 FASE ENDÓGENA

Esta fase, a fase parasitária, principia com a ingestão das larvas L3 pelo hospedeiro quando se alimenta da pastagem contaminada.

No trato gastrointestinal, as L3 perdem a cutícula (espécie de bainha protetora - desembainhamento), e posteriormente, entram na mucosa digestiva (Rosa *et al.*, 2005). Aqui ocorre o desenvolvimento para o estado larval 4 (L4). Seguidamente desenvolvem-se para o estado imaturo adulto (L5), também designado por pré-adulto ou juvenil. A transição para o estado adulto ocorre quando a larva atinge a maturidade sexual (Lomine *et al.*, 2014). Após a fertilização, os ovos, produzidos pelas fêmeas adultas, são eliminados nas fezes para o meio ambiente, contaminando a pastagem. Esta fase endógena geralmente compreende 2 a 3 semanas para a maioria dos géneros de EGI em pequenos ruminantes (Urquhart *et al.*, 1996). No entanto, a duração deste ciclo pode variar consoante variados factores, tais como o género de EGI, a resistência e resiliência do hospedeiro, o nível de contaminação no hospedeiro e as condições do meio externo (Lomine *et al.*, 2014) .

É possível encontrar larvas L4 estagnadas na mucosa gastrointestinal, com a finalidade de retardar o seu desenvolvimento (hipobiose larval) quando as temperaturas são baixas, no inverno, ou durante um longo período de seca, e somente retomar o seu desenvolvimento na primavera, quando encontram a temperatura favorável ou numa

próxima estação chuvosa (Lagares, 2008; Lomine *et al.*, 2014), contudo, não é claro o que realmente é necessário para desbloquear este artifício (Costa *et al.*, 2011).

II.2.2 INFLUÊNCIA DO ESTADO LARVAR NOS CAPRINOS

Níveis elevados de EGI reduzem a eficiência produtiva do animal, afetando principalmente o estado nutricional dos hospedeiros através de uma depressão da ingestão do alimento (Lagares, 2008), interferindo em todos os processos metabólicos (absorção, digestão e metabolismo) dos nutrientes (Ceí *et al.*, 2018). Isto levará a perdas de peso e produção de leite e à redução da qualidade de carcaça (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). Uma característica comum em animais parasitados com EGI é a perda de proteína endógena para o trato gastrointestinal (Frutos *et al.*, 2008). Alguns EGI promovem ainda, uma fragilidade acentuada no sistema imunitário do hospedeiro, uma vez que se alimentam do sangue do hospedeiro, podem contribuir para o desenvolvimento de graves anemias. Desta forma, facilitam a entrada de outros microrganismos patogênicos, dando origem a outras doenças que, consequentemente, podem conduzir à morte do animal. Este facto surte um maior efeito em animais em crescimento (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

A ação dos alimentos nutracêuticos e dos metabolitos secundários sobre os EGI, resultam de uma combinação de efeitos negativos sobre os três estágios-chave do ciclo de vida dos parasitas (estágios da fase endógena: L3 e estado adulto). Por conseguinte, sempre que possível, é essencial estudar os efeitos que estes metabolitos possuem nos diferentes estágios (Hoste *et al.*, 2015).

II.3 ANTIHELMÍNTICOS

Durante muito tempo a administração exaustiva de antihelmínticos sintéticos de amplo espectro, conciliada com estratégias de pastoreio e manejo foram, e têm sido, das soluções mais usuais (método convencional) para a atenuação do parasitismo por EGI (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2009, 2011; Terrill *et al.*, 2009). Contudo, o uso intensivo desta quimioprofilaxia com base em AH sintéticos desenvolveram populações parasitas resistentes (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2009; Borges & Borges, 2016). Consequentemente, a resistência a estes xenobióticos desenvolve-se rapidamente nos patógenos, em média, em 10 anos (Hoste *et al.*, 2015). Ainda, devido ao seu potencial impacto negativo ecológico, ao seu elevado risco de incidência de resíduos na cadeia alimentar (carne e leite), e ao elevado custo que impossibilita a sua aquisição em países com menor poder

de compra, têm conduzido a um aumento das preocupações sociais levando à procura e desenvolvimento de métodos alternativos e “naturais” (Hoste *et al.*, 2011; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

Vários autores mencionam estratégias alternativas inovadoras e mais sustentáveis como o manejo de pastoreio, alimentação com plantas que contenham compostos bioativos (Villalba *et al.*, 2014; Hoste *et al.*, 2015), suplementação nutricional, desenvolvimento de vacinas, controlo biológico através de fungos que eliminam EGI, através de seleção genética (Osoro *et al.*, 2009) para a resistência e resiliência nos ruminantes. Todos estes visam a eliminação deste fator limitante (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011), promovendo e melhorando a saúde e o bem-estar dos ruminantes (Villalba *et al.*, 2014). De facto, estudos apontam para a possibilidade de os caprinos se automedicarem ao procurarem plantas nutracêuticas (Villalba *et al.*, 2014) podendo este conceito de automedicação ter implicações em medicina veterinária ao alterar consideravelmente o paradigma atual de parasitologia veterinária, ao fazer parte de um programa integrado de controlo parasitário. É de notar que, a estratégia mais eficaz não reside na aplicação de apenas um único método excluindo todos os outros, mas sim, na conciliação de vários métodos (Osoro *et al.*, 2009; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

Na produção de ruminantes, o principal objetivo incide na identificação de plantas que sejam ricas em nutrientes, que promovam a saúde e bem-estar animal, e que possam ser usadas para manipular a fermentação ruminal, para melhorar a eficiência da utilização de nutrientes, de modo a atingir um melhor desempenho e performance animal. Numerosos estudos têm sido realizados para avaliar os benefícios do potencial AH no consumo de plantas bioativas com o intuito de reduzir a dependência dos métodos químicos convencionais (e todos os problemas que a eles estão associados) e, ainda, que sejam uma estratégia sustentável no controlo de parasitas gastrointestinais (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011; Villalba *et al.*, 2014). Estes estudos geraram um crescente interesse por explorar plantas nutracêuticas contra vários parasitas, com diversos tipos hospedeiros, e identificar famílias botânicas com propriedades nutracêuticas em todo o mundo (Hoste *et al.*, 2015).

Há quem defenda que determinados compostos químicos presentes em determinadas espécies vegetais, ou nas suas associações, possam ter um efeito AH

(Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013b). Por conseguinte, é importante não só conhecer as propriedades, quais as partes a utilizar e indicações de quais as plantas medicinais no combate de doenças como a eficácia no tratamento das mesmas (Almada *et al.*, 2017). Estudos apontam que fatores intrínsecos como a fase vegetativa em que se encontra, a idade e os fatores ambientais influenciam a composição e concentração dos compostos químicos, inibindo o poder AH que essas plantas têm. Foi comprovado que, proporcionar às mesmas plantas um crescimento sob outras condições climáticas, em diferentes localizações geográficas ou em outras fases vegetativas, pode ter um resultado diferente (Borges & Borges, 2016). Outros fatores, como a técnica de colheita e métodos de processamento, também podem interferir na preservação destes compostos bioativos (Hoste *et al.*, 2015).

Para que uma planta seja considerada nutracêutica, primeiramente é necessário que contenha valor nutricional e seja palatável para os hospedeiros (Hoste *et al.*, 2015). Depois, a determinação do potencial nutracêutico envolve vários procedimentos metodológicos baseados em métodos *in vitro* e *in vivo*. Normalmente os estudos relativos à atividade biológica são precedidos da caracterização química, a fim de identificar e permitir o isolamento das substâncias ativas. Para isso, utilizam-se a cromatografia e técnicas espectrais com luz ultravioleta e ressonância magnética nuclear (Borges & Borges, 2016).

Com o intuito de saber qual a dosagem ou concentração que uma determinada planta nutracêutica precisa ser consumida pelos animais de forma a ser eficaz contra as infecções são necessários testes de triagem *in vitro* (Hoste *et al.*, 2015). A extrapolação de doses *in vitro* para condições *in vivo* é mais difícil de alcançar quando usado contra parasitas que residem na mucosa do trato gastrointestinal (Frutos *et al.*, 2008; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a). Verificou-se que substâncias antihelmínticas testadas *in vitro* (como por exemplo os taninos) perderam a sua atividade no rúmen devido à degradação pelas bactérias e/ou devido à formação de complexos com proteínas (Borges & Borges, 2016), embora os TC não sejam degradados no rúmen (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a). Por exemplo, um extrato vegetal para ser testado *in vitro* garante a presença de uma quantidade concentrada e a qualidade de metabolitos secundários do material vegetal a ser testado que podem não ser comparáveis com as condições *in vivo*, e também durante um período de tempo difícil de replicar sob condições *in vivo* (Hoste *et al.*, 2015). No decorrer dos processos digestivos, a quantidade ou estrutura destes metabolitos podem

ser afetadas ao longo do trato digestivo após a planta ser consumida (Terrill *et al.*, 2009), mastigada, ruminada e digerida pela microflora do rúmen e/ou do intestino (Hoste *et al.*, 2015).

Para além dos fatores referidos acima, outros interferem com a atividade antihelmíntica em casos *in vitro*, por exemplo o mesmo extrato de um único material vegetal sob as respetivas condições *in vitro* pode afetar de forma diversa os diferentes estágios do ciclo de vida dos EGI (Terrill *et al.*, 2009; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013). Hoste *et al.* (2015) encontraram um extrato vegetal muito eficaz contra o *H. contortus* num dado estágio de vida (ou seja, larvas em estágio L3) e que surtiu um efeito moderado ou nulo noutra estágio. Por conseguinte, os ensaios *in vitro* podem ajudar a identificar quais os candidatos com potenciais atividades antihelmínticas, mas não conseguem dar indicações sobre qual exatamente a dose que possa ser administrada aos animais como ponto de partida *in vivo*.

Outra forma de verificar o poder AH de uma planta é verificar, em campo, a apetência dos hospedeiros pelas plantas em questão e ir avaliando se esta é eficaz contra a parasitose através de, por exemplo, a análise da eliminação dos ovos dos nematodes nas fezes, e se as mesmas não apresentam efeitos adversos no animal. Assim, posteriormente, pode-se investigar em condições controladas *in vitro*, a fim de verificar em que género ou estágio parasitário atua, qual a dose necessária para controlar a população EGI, e caso se verifiquem efeitos AH, sugerir a concentração a usar (Hoste *et al.*, 2015), e quais os componentes que contribuem para a sua eficácia como planta nutracêutica (Gonzalo, 2013).

Uma opção seria considerar a sua administração sob forma de fitofarmacêutico (medicamento herbal), ou fitoterapêutico, e testar a sua eficácia validada usando as diretrizes relevantes para a eficácia contra os EGI. Nanotecnologia e outras vias de administração que não a oral, podem ser utilizadas para proteger os metabolitos de serem degradados no rúmen de forma a que cheguem intactos ao abomaso e ao intestino para que sejam potenciados os efeitos dos AH. São necessários mais estudos a fim de perceber a relações químicas entre metabolitos e sua influência bioativa (Borges & Borges, 2016).

No entanto, é necessário ter em conta a disponibilidade e o custo da aquisição e produção destas plantas com estes potenciais, pois para os produtores que não possuem

pastagem onde estas possam estar presentes podem ter que dispensar parte de um terreno de cultivo para as produzir e optar por fornecer aos animais o material nutracêutico sob a forma de feno, silagem ou *pellets* (Hoste *et al.*, 2015).

II.4 TANINOS

Somente nas últimas duas décadas foi evidenciada a eficácia das plantas nutracêuticas contra parasitas gastrointestinais (Hoste *et al.*, 2015). Ao longo dos anos, com base num conjunto variado de estudos científicos, foram elaboradas metodologias gerais que permitiram aprovar o possível efeito duma ampla variedade de plantas que contêm compostos fenólicos como os taninos, como nutracêuticas contra parasitas gastrointestinais (Frutos *et al.*, 2008; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2009; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a; Hoste *et al.*, 2011, 2015). Nesse processo, devem-se considerar as seguintes etapas: rastreio *in vitro* de extratos de plantas que tenham por base uma diversa gama de ensaios; estudos controlados *in vivo* em animais propositadamente infetados em condições confinadas de forma a certificar a eficácia das plantas selecionadas; e estudos holísticos de forma a saber em que quantidades, como e quando aplicar os nutracêuticos em sistemas de produção/alimentação em pequenos ruminantes. Uma vez que há uma extrema complexidade e variabilidade intrínseca de plantas nutracêuticas, este esquema vai sofrendo sempre novas adaptações e comentários críticos para melhorar e interpretar os resultados (Hoste *et al.*, 2015).

Hoste *et al.* (2011) e Moreno-Gonzalo *et al.* (2011) verificaram que as plantas bioativas que possuem metabolitos secundários, tais como taninos, lactona sesquiterpénica e glicosídeos flavonoides, são não só, uma solução promissora no combate aos EGI, como ainda servem de suplemento alimentar devido ao seu valor nutricional (plantas nutracêuticas). Outros investigadores verificaram que a junção de taninos e outros flavonóides conseguem originar interações favoráveis (sinérgicas) ou desfavoráveis (por exemplo, antagonistas), consoante a dose de taninos e destes monómeros (Hoste *et al.*, 2015). O consumo destas plantas, proporciona aos animais uma maior capacidade para controlar a população de parasitas (resistência), e ainda suportar os efeitos negativos provindas dessas infeções (resiliência) (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

Segundo Martinez-Ortiz *et al.*, 2011, os pequenos ruminantes, quando infetados, têm uma capacidade adaptativa fisiológica e comportamental, que consiste no aumento do consumo de plantas ricas em compostos fenólicos, especialmente taninos, o que pode

estar associado a uma estratégia para diminuição dos seus níveis de parasitismo. Muitos estudos evidenciam as propriedades anti-helmínticas *in vitro* e *in vivo* de TC em extratos de várias plantas ricas em taninos (Ketziş *et al.* 2006; Osoro *et al.*, 2007; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). A maior concentração de taninos encontra-se essencialmente em folhas novas e flores, comparativamente com caules (Osoro *et al.*, 2007).

Os efeitos que afetam a biologia das larvas, exercem também efeitos positivos na resiliência do hospedeiro (por exemplo, melhores parâmetros de produção, atenuação de casos de diarreia ou anemia, menor mortalidade por parasitismo). Hoste *et al.* (2015) referem estudos que explicam parcialmente este acréscimo na resiliência pela redução na população de larvas, pelo valor nutritivo das leguminosas (ricas em proteínas) e pela capacidade de, na presença de determinados taninos, a proteína da dieta ser protegida da degradação no rúmen. Desta forma, uma dieta rica em proteína e que tenha presente TC, parece atuar como um AH, uma vez que pode intervir no desenvolvimento e nas consequências do parasitismo (Hoste *et al.*, 2005; Frutos *et al.*, 2008). A identificação de quais taninos específicos são mais eficazes em melhorar a resiliência do hospedeiro e quais os mecanismos que explicam este processo continuam a constituir metas de pesquisa (Hoste *et al.*, 2011, 2015).

II.4.1 INFLUÊNCIA DOS TANINOS NA NUTRIÇÃO ANIMAL

É necessário ter um especial cuidado na administração de dietas ricas em taninos. Este grupo complexo de compostos fenólicos, podem agir de forma benéfica ou adversa, consoante o tipo (condensado ou hidrolisável), concentração, espécie vegetal, composição nutricional da dieta, categoria e estado fisiológico do animal (Silva, Guim, Ferreira, & Soares, 2016). No entanto, alguns autores não verificaram quaisquer efeitos adversos da sua utilização (Osoro *et al.*, 2007; Celaya *et al.*, 2013).

Nos casos em que os taninos se encontram em quantidades excessivas nas dietas (> 50 g TC/kg de MS, >9% TC de MS) funcionam como fator antinutritivo, segundo determinados autores, agindo de forma tóxica para o animal e reduzem a digestibilidade dos nutrientes (Osoro *et al.*, 2007). Em excessivas quantidades ocorre a formação de complexos insolúveis, principalmente com a proteína da dieta, afetando a digestibilidade dos nutrientes, resultando na diminuição da disponibilidade da proteína para o animal (Silva *et al.*, 2016). Assim, a atividade microbiana e a eficiência da

digestão dos alimentos no rúmen ficam comprometidas. Todo este conjunto, leva a uma redução na ingestão voluntária, que, conseqüentemente, prejudicará a sua condição, ficando o organismo do animal mais vulnerável ao parasitismo (Silva *et al.*, 2016).

Os pequenos ruminantes, em especial os caprinos (Narvaez *et al.*, 2012), têm uma tolerância defensiva aos químicos provenientes dos taninos (Gonzalo, 2013), devido à capacidade dos microrganismos do rúmen os degradarem, e às secreções salivares que se ligam a estes componentes inibindo o seu efeito (Šarić *et al.*, 2014). Estes animais têm a capacidade de aumentar a ingestão de plantas com elevados níveis de taninos por reduzidos períodos e limitar a ingestão a longo prazo das plantas (Šarić *et al.*, 2014). Para atenuar os efeitos negativos dos taninos e outros compostos secundários na vegetação de climas tropicais e temperados, os produtores recorrem ao uso de polietileno glicol (PEG) (Silva *et al.*, 2016) o qual, ao formar um complexo estável com os taninos, impede a sua ligação às proteínas (Decandia, Sitzia, Cabiddu, Kababya, & Molle, 2000). Porém é necessário cuidado, pois o efeito do PEG pode variar de uma fonte de taninos para outra, consoante o grau de afinidade, podendo perder a sua atividade sobre algumas das diversidade de bioatividade de determinados taninos (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013).

Outra possível abordagem incluiria uma suplementação de vários nutrientes, através de uma dieta mais diversificada de forma a prevenir os efeitos negativos na absorção de nutrientes no trato intestinal e / ou aumentassem a depuração de compostos secundários após a sua absorção de forma a evitar toxicidade (Šarić *et al.*, 2014).

Por outro lado, em concentrações moderadas (20-50 g TC/kg de MS), exercem efeitos benéficos sobre o metabolismo proteico de ruminantes (Silva *et al.*, 2016). Os TC parecem ligar-se às proteínas da dieta formando complexos (tanino-proteína) (Yoshihara *et al.*, 2013), permitindo uma redução da degradação ruminal da proteína da dieta o que levará a uma menor concentração de amoníaco no fluído ruminal (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011) (Frutos *et al.*, 2008), e um aumento do fluxo pós-ruminal de aminoácidos essenciais para o intestino delgado, permitindo um aumento de proteína disponível para a digestão no intestino (Osoro *et al.*, 2007) evitando ainda o timpanismo (Gonzalo, 2013).

Na presença de TC, as endoglucanases bacterianas e as bactérias metanogénicas são afetadas (Silva *et al.*, 2016). Frutos *et al.* (2008), também verificaram um aumento

de acetato e a redução na produção de gás metano devido ao efeito dos taninos sobre o acetato utilizado pelas bactérias do rúmen, alegando que provavelmente estará relacionado com este efeito inibitório benéfico que os taninos possuem sobre os microrganismos produtores de metano. Como já referido anteriormente, uma das características comuns quando um animal está parasitado é uma perda acentuada de proteína endógena no trato gastrointestinal. Para reduzir estas perdas, alguns autores sugerem a inclusão de TC como uma possível alternativa para fornecer rações mais ricas em proteína (Frutos *et al.*, 2008).

Em quantidades adequadas, a utilização de forragens com estes compostos são de interesse ambiental e socioeconómico, fazendo-se sentir através de um aumento na produção de leite, alteração do perfil lipídico do leite e da carne, crescimento de lã e ganho de peso (Silva *et al.*, 2016). Este mesmo autor sugere que as concentrações de taninos não ultrapassem 6-7% da MS da dieta. No entanto, o limiar mais baixo da concentração de taninos para que produza efeitos AH permanece por esclarecer (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011).

II.4.2 INFLUÊNCIA DOS TANINOS NOS PARASITAS GASTROINTESTINAIS

São diversos os efeitos dos metabolitos secundários das plantas sobre os parasitas, dependendo sobretudo dos géneros e/ou estágios dos EGI e também da espécie da planta (Osoro *et al.*, 2007; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013c). Hoste *et al.*, 2015, consideram duas medições experimentais essenciais para completar as informações obtidas de estudos experimentais *in vivo*: (1) as metodologias devem diferenciar os efeitos nos diferentes géneros de EGI em caso de infeções experimentais multiespecíficas; e (2) sempre que possível, também se devem avaliar os efeitos na eclosão e desenvolvimento dos ovos.

Os taninos condensados ou proantocianidinas, polímeros fenólicos da classe dos hidroflavonóides (compostos polifenólicos) (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011), demonstram três impactos principais ao serem consumidas por ruminantes infetados (Hoste *et al.*, 2011, 2012), no ciclo de vida do EGI, nomeadamente: menor estabelecimento de larvas L3 no hospedeiro, impedindo que estas se implantem, levando a uma redução da invasão do hospedeiro por L3; menor eliminação de ovos de EGI pelas fêmeas adultas, que advém de uma redução no número de larvas adultas e/ou da menor fertilidade das fêmeas (Osoro *et al.*, 2009) podendo até induzir a morte destes

EGI; e interferência no desenvolvimento e eclosão dos ovos (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). Estes dois últimos contribuem para reduzir a contaminação ambiental por parasitas e, conseqüentemente reduzir os riscos de infecção nos hospedeiros (Hoste *et al.*, 2015).

Estes compostos parecem afetar direta e indiretamente a carga parasitária gastrointestinal (Hoste *et al.*, 2011; Yoshihara *et al.*, 2013). A ação dos TC parece interferir diretamente com os parasitas devido à aparente capacidade de se ligar a macromoléculas (em particular proteínas) (Gonzalo, 2013), dependendo do pH (Hoste *et al.*, 2011), alterando as propriedades físicas e químicas das mesmas (Yoshihara *et al.*, 2013), nomeadamente ao ligarem-se à cutícula das larvas, provocando a deformação e/ou rutura da superfície corporal dos EGI (Silva, 2016). Estudos verificaram que os TC formam complexos temporários com as proteínas da dieta quando o pH do rúmen é neutro (Decandia, *et al.*, 2000). No entanto, estes são libertados no abomaso devido ao seu pH ácido, aumentando a disponibilidade deste componente interagir com outros compostos (Terrill *et al.*, 2009). Posteriormente, no intestino delgado, a reatividade deste componente é novamente reduzida devido ao pH que aqui encontra (mais elevado) (Terrill *et al.*, 2009). Desta forma, o efeito do TC varia consoante a localização anatómica dos EGI, sendo encontrados efeitos divergentes entre o abomaso (*H. contortus* / *T. circumcincta*) versus as espécies intestinais (*Trichostrongylus colubriformis*, *Nematodirus* sp., ou *Cooperia* sp) (Hoste *et al.*, 2011).

Estes compostos provocam ainda, uma redução na sua motilidade, alterações na hipoderme, formação de vesículas e degeneração ou morte das células musculares e intestinais, inibição de processos enzimáticos de parasitas, afetam negativamente a fertilidade das fêmeas destes parasitas fazendo com que decresça a contagem fecal de ovos e uma diminuição no estabelecimento da terceira fase larval dos EGI (L3) (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013; Yoshihara *et al.*, 2013), no entanto, nem todos provocam estes efeitos, ou seja, não possuem um mecanismo de ação comum (Gonzalo, 2013).

Por outro lado, estes compostos atuam indiretamente, ao aumentar a disponibilidade de nutrientes pós-ruminal, levando a uma menor disponibilidade de nutrientes para os EGI, uma vez que protegem as proteínas contidas na dieta das degradações ruminais, atenuando as consequências do parasitismo (Hoste *et al.*, 2005, 2011; Silva *et al.*, 2016). Por conseguinte, irá retardar a dinâmica da infecção e reduzir a

taxa de infecção para níveis que permitam uma produtividade e bem-estar animal aceitáveis. Consequentemente, o animal terá mais capacidade para aumentar a resiliência e resistência ao parasitismo (Frutos *et al.*, 2008; Hoste *et al.*, 2011). Desta forma, é possível modular a epidemiologia das doenças provocadas por estes parasitas (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011), e ainda reduzir a contaminação das pastagens.

Autores como Hoste *et al.* (2011), Moreno-Gonzalo, *et al.* (2013b), e Yoshihara *et al.* (2013), referem que larvas “*trichostrongylidae*” só conseguem infectar o animal após a fase de desembainhamento que antecede a penetração na mucosa do hospedeiro, e mostraram que a incubação com determinados extratos de compostos fenólicos interferiu no desembainhamento de *T. colubriformis* L3, resultando no bloqueio deste processo. Verificaram ainda que o efeito era maior principalmente ao incubar as larvas somente com taninos, porém não se pode refutar a ação dos demais compostos fenólicos. No entanto, outros autores indicam várias causas para esta discrepância, nomeadamente, extratos provenientes de espécies de plantas diferentes, uso de distintas metodologias e solventes para realizar a extração, e ainda diferentes tratamentos tecnológicos que podem interferir com a ação antihelmintica dos compostos fenólicos (Hoste *et al.*, 2011).

É conhecido que determinados extratos que contêm taninos, atuam de forma distinta em diferentes géneros de EGI (Terrill *et al.*, 2009; Hoste *et al.*, 2011; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013) e uma mistura de diferentes extratos parece ser mais eficaz comparativamente a extratos simples (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a). No entanto, é necessário saber, exatamente, que espécies de plantas são selecionadas pelos animais, e qual o volume total que podem ingerir, recorrendo a métodos que envolvem a avaliação de componentes estruturais da cera cuticular da planta nas espécies selecionadas, como o método de n-alcanos. Estudos recentes realçam a importância da concentração, estrutura (Hoste *et al.*, 2011; Yoshihara *et al.*, 2013), tamanho do tanino como sendo características importantes, associando-a à capacidade antihelmintica (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011). Cada monómero dos taninos condensados possuem uma atividade diferente, sendo o grau de polimerização ou o número de grupos hidroxilo livres fatores importantes nas interações com parasitas (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013a).

Os estudos sob condições controladas devem ser complementados com avaliações *post-mortem* das populações de nematodes com o intuito de consubstanciar

um protocolo de intervenção parasitológica adequado e determinar o que influencia a eliminação de ovos: se se deve à redução das populações de EGI, às proporções de géneros, ao número de fêmeas presentes ou redução da fecundidade das fêmeas (Hoste *et al.*, 2015).

III TRABALHO EXPERIMENTAL

1. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo teve como objetivo avaliar, entender e documentar a forma como os recursos forrageiros, presentes nas pastagens e vegetação arbustiva mediterrânica, podem ser utilizados de forma ecológica e sustentável em sistemas de pastoreio por caprinos. E ainda, qual o efeito que possuem sobre os parasitas gastrointestinais das cabras, através do comportamento alimentar seletivo das espécies disponíveis. Este estudo foi desenvolvido no âmbito do projeto “Vegetação mediterrânica: antihelmínticos naturais na dieta selecionada por cabras em pastoreio.” inserido no programa Alentejo 2020, tendo ocorrido entre março e julho de 2017.

De uma forma sucinta, o trabalho compreendeu as seguintes fases: 1) avaliação e caracterização da comunidade arbustiva mediterrânica presente; 2) manejo alimentar dos animais nas áreas e horários controlados; 3) avaliação do comportamento alimentar dos animais; 4) recolha de amostras das espécies vegetais disponíveis na pastagem e de amostras fecais para posterior análise laboratorial (coprológicas, composição química, n-alcanos e álcoois de cadeia longa, compostos fenólicos totais e taninos); 5) realização de análises coprológicas; 6) avaliação do conteúdo em n-alcanos e álcoois de cadeia longa (LCOH) das amostras recolhidas; 7) determinação dos compostos fenólicos totais e dos taninos presentes nas espécies vegetais consumidas pelos animais.

III.1.1 1.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

O ensaio decorreu numa área arbustiva sob-coberto de *Pinus pinea* na Estação Zootécnica Nacional (EZN), Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária (INIAV), Vale de Santarém (N 39 ° 17'17.63 “, W 8 ° 44' 23,86”’, Quinta da Fonte Boa). Este contou com o apoio da Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias (ECAV), Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em Vila Real, para a realização das análises aos alimentos e às fezes referentes aos n-alcanos e álcoois de cadeia longa (LCOH), no Laboratório de Nutrição Animal.

Para a execução deste trabalho, considerou-se o período de pastoreio com início em março de 2017, finalizando em julho do mesmo ano realizando-se recolhas de amostras em 3 alturas distintas: abril (1), maio (2) e julho (3) de 2017.

III.1.2 1.2 ANIMAIS

Foram utilizadas 25 cabras da raça Charnequeira em fase de manutenção, com idades entre os 3 e os 6 anos, devidamente identificados individualmente através de coleiras diferenciadas por letras, números e cores, com acesso à área arbustiva e a uma área pratense adjacente. Durante o estudo, o tempo de pastoreio na área arbustiva ocorreu entre as 9:00h e as 18:00h, sendo que a partir de maio, os animais passaram a ter acesso à pastagem, tendo acesso a água e blocos de sais minerais permanente. Os animais tiveram acesso a toda a área da parcela, possibilitando que todos os indivíduos tivessem a oportunidade de selecionar qualquer espécie vegetal presente na área. Recorreu-se igualmente a um grupo de 9 cabras também em manutenção, mantidas em pastoreio exclusivo de pastagem com rega de apoio, sem qualquer contacto com o núcleo em estudo nem com vegetação arbustiva, servindo como referência para os níveis de parasitismo.

Em abril, o grupo A recebeu 150g de concentrado antes de iniciarem o período diário de pastoreio e 900g de silagem de milho/animal ao ser recolhido no final do dia. Em maio, foram distribuídos 100g de concentrado pela manhã e 200g de silagem de milho/animal ao fim da tarde, em ambos os grupos A e B. Após o 2º período de observação (maio/2017), apenas se forneceu o concentrado de manhã, uma vez que a quantidade disponível de espécies vegetais e o tempo de permanência em pastoreio era suficiente para cobrir as necessidades dos animais. O grupo de referência, recolhido ao fim do dia, tinha acesso a feno, minerais e a cerca de 120g de concentrado por animal.

As cabras foram agrupadas de acordo com o tempo/exposição à área arbustiva de modo a avaliar o efeito da duração da exposição aos arbustos na evolução das cargas parasitárias e na seletividade ao longo do pastoreio. Assim, o grupo A (14 animais) começou o pastoreio da área arbustiva no início de março, e o grupo B (12 animais) só começou no final de abril. A área pratense foi disponibilizada a ambos os grupos quando o grupo B iniciou o pastoreio, ressaltando que, durante a primeira semana, os animais foram manuseados de forma a que toda a área pratense disponível fosse perceptível para estes.

Os animais foram ainda avaliados quanto à sua carga parasitária inicial, uma vez que neste estudo se utilizaram as cargas naturais existentes.

III.1.3 1.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A avaliação e caracterização da comunidade arbustiva mediterrânica ocorreu, antes do início do pastoreio (março), com a finalidade de determinar a distribuição relativa das espécies, a sua abundância e disponibilidade de biomassa (figura 3). Nesta avaliação, a área arbustiva foi dividida em 2 parcelas considerando a diferente cobertura do solo, exposição ao solo, e consequente desenvolvimento da massa arbustiva (Parcela Sombra e Parcela Sol). Posteriormente, foram recolhidas amostras individuais de todas as espécies vegetais selecionadas pelas cabras, durante a primavera e início do verão, em 3 períodos distintos: 1º período: abril; 2º período: maio; 3º período: julho.

A área arbustiva sob coberto de *Pinus Pinea* (5 ha) continha predominantemente na sua composição as espécies: *Pistacia lentiscus* L., *Olea europaea* var. *sylvestris* L., *Quercus coccifera* L., *Rhamnus alaternus* L. e *Rhamnus lycioides* L. Os animais conciliavam este tipo de vegetação com uma pastagem adjacente composta por gramíneas, trevos anuais, luzernas e infestantes (5 ha).

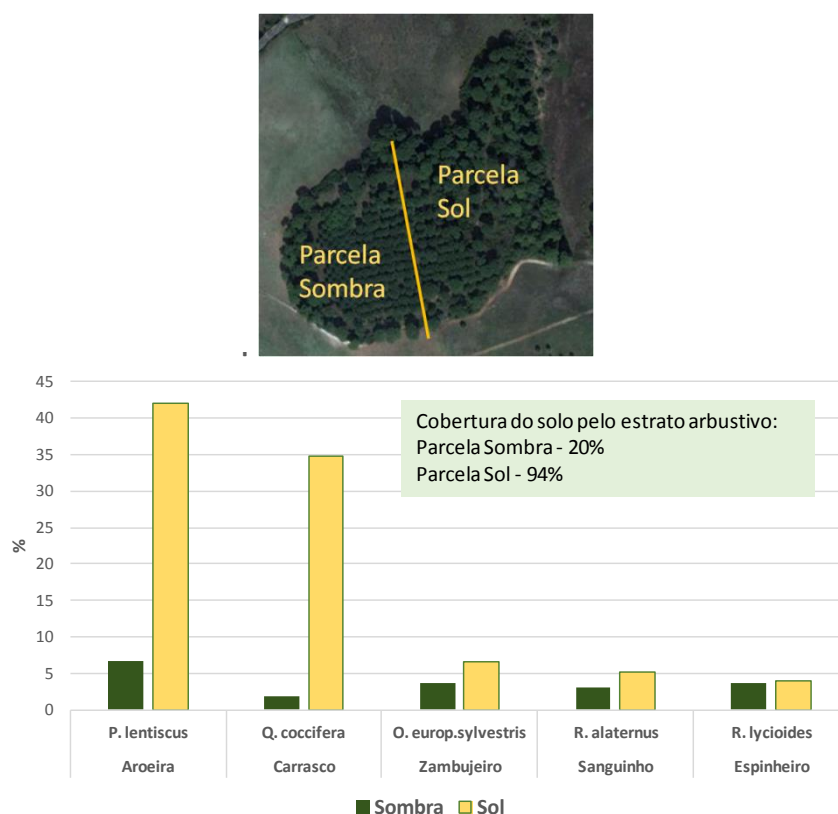


Figura 3: Disponibilidade da biomassa arbustiva

A seletividade e carga parasitária das cabras foram avaliadas considerando os 2 grupos de animais mencionados no ponto anterior. O grupo inicial (A), com 14 cabras, iniciou o pastoreio na área arbustiva no início de março. No final de abril juntaram-se 12 cabras, grupo B, que iniciou o pastoreio na área arbustiva em conjunto com o grupo

A. Assim, o grupo A, foi avaliado em abril, maio e julho enquanto o grupo B foi avaliado em maio e julho. Ambos os grupos tiveram um mês para se habituarem às condições experimentais: o grupo A o mês de março; e o grupo B o mês de abril. A carga parasitária do grupo de referência foi igualmente avaliada nas mesmas alturas dos grupos A e B.

Em cada período de avaliação, os percursos de pastoreio das cabras foram registados por GPS em 4 dias consecutivos, sendo ainda acompanhadas por observadores que registaram, de 10 em 10 minutos, as espécies vegetais selecionadas durante 4h por dia, num período de manhã e outro à tarde. As cabras foram avaliadas a uma distância considerável de forma a não perturbar o seu comportamento alimentar natural, e de modo a efetuar uma correta recolha de amostras das espécies e partes das espécies vegetais selecionadas.



Figura 4: Avaliação do comportamento alimentar das cabras no decorrer do ensaio

As amostras fecais recolhidas individualmente tiveram duas finalidades: 1) realização de análises coprológicas, recorrendo à técnica de McMaster, no próprio dia da recolha, e 2) para análise de n-alcanos e álcoois de cadeia longa (LCOH). Neste caso, as amostras fecais foram colhidas de todas as cabras, por quatro dias consecutivos e agrupadas numa amostra compósita por animal, em cada período.

III.1.4 1.4 ANÁLISES COPROLÓGICAS

Antes do início do período de pastoreio, para cada grupo de cabras, foram recolhidas amostras de fezes retiradas diretamente da ampola retal ou imediatamente após defecarem, identificadas em sacos de plásticos, com o intuito de quantificar a população parasitária inicial, (determinação das concentrações dos ovos de EGI, ovos por grama de fezes - OPG), estabelecendo os níveis iniciais de infecção de EGI. As recolhas foram realizadas em fevereiro de 2017 para o grupo (A), e início de abril para o grupo (B). A contagem de ovos nas fezes foi estimada de acordo com a técnica de McMaster modificada (Zajac & Conboy, 2012) descrita por Thienpont *et al.* (1986), com cloreto de sódio como meio de flutuação, com uma sensibilidade de 50 ovos por grama de fezes (OPG).

No âmbito do projeto foi ainda realizada, no início de junho, uma caracterização da diversidade de strongilídeos gastrointestinais presente no efetivo caprino e identificação dos géneros de EGI mais representativos, numa coprocultura para obtenção de larvas no estágio L3. As coproculturas foram realizadas individualmente a partir de amostras de fezes provenientes dos animais distribuídos pelos 2 grupos (A e B). Após 7 dias de incubação a 27°C, em meio de serradura humedecida, as larvas obtidas foram recolhidas e conservadas à temperatura de refrigeração para posterior identificação com base no estudo microscópico e caracterização morfométrica. A avaliação foi realizada em 50 larvas por animal.

III.1.5 1.5 ANÁLISES QUÍMICAS

1.5.1. Análise à composição química das espécies vegetais

As amostras referentes às espécies vegetais foram secas em estufa com circulação de ar a 60°C e posteriormente foi realizada a análise da composição química, no Laboratório de Nutrição da Universidade de Évora (Quadro 5).

1.5.2. Análises aos n-alcanos e álcoois de cadeia longa

Todas as amostras recolhidas referentes às fezes e aos componentes da dieta de cada período experimental, foram imediatamente congeladas a -20 °C. Mais tarde todas as amostras foram submetidas a um processo de secagem por liofilização, demonstrando-se no Quadro 5 os valores de matéria seca por liofilização. De seguida, foram moídas através de um moinho de martelos de crivo de malha circular com 1 mm de diâmetro e enviadas para o Laboratório de Nutrição da Universidade de Trás-os-

Montes e Alto Douro para proceder à determinação do teor em MS e à análise de n-alcanos e de LCOH existentes na cera cuticular das espécies vegetais, servindo como marcadores fecais, a fim de se identificar as espécies ingeridas e estimar a sua proporção nas dietas selecionadas pelas cabras em cada período de observação.

A análise aos n-alcanos e LCOH das amostras dos componentes da dieta e das fezes foi realizada em duplicado, de acordo com a metodologia de Dove e Mayes (2006). Para a identificação por cromatografia gasosa utilizou-se um cromatógrafo Perkin Helmer Clarus 580, equipado com um detetor de ionização de chama (FID), provido de um injetor automático (figura 4). Os extratos com os marcadores foram colocados numa coluna de injeção SGE 30-m com um diâmetro interno de 0,530 mm, e de espessura de filme de 0,5 μm . Usou-se como gás condutor o hélio, a um fluxo constante de 4 ml min⁻¹. Manteve-se a temperatura do injetor a 280° C, utilizando como gradientes de temperatura para a coluna: 170 ° C durante 4 min; 30 ° C min⁻¹ a 215 ° C, 1 min a 215 ° C, 6 ° C min. 1 a 300, 4 min a 300. Por sua vez, o detetor foi fixado a 310 ° C.

A calibração do método foi realizada com uma solução padrão contendo uma mistura, quer de n-alcanos sintéticos de C23 a C36, quer de LCOH de C20 a C30. As concentrações foram quantificadas em relação a padrões internos (n-alcanos- C22 e C34; ACL- C27) adicionados no início do processo analítico de extração.

A identificação dos n-alcanos e LCOH nas amostras foi efetuada por comparação dos tempos de retenção dos componentes da amostra com a mistura previamente injetada de n-alcanos e de LCOH. Isto permite ainda o cálculo dos fatores de resposta dos n-alcanos individuais e LCOH, através das áreas dos picos e das concentrações conhecidas.

De uma forma sucinta, na primeira fase do protocolo foram adicionados 3 ou 4 ml de KOH 1M em etanol em 0,2g de cada amostra de fezes ou 0,5g de cada amostra de alimentos, respetivamente, e em seguida colocadas num bloco térmico a 90°C por 16h. Posteriormente, adicionou-se heptano (3ml fezes; 4ml alimentos) e água desionizada (0,8ml fezes; 1,2ml alimentos), misturando-se, e aquecendo a mistura (65°C). A extração de n-alcanos e LCOH foi feita para um frasco onde se processou a evaporação do heptano. De seguida, redissolveu-se o resíduo com heptano (1ml), aqueceu-se esta solução (70°C), filtrou-se por uma coluna de sílica-gel, lavada 2 vezes sucessivas com

heptano (3+2ml) e evaporou-se o eluído. Neste último passo obteve-se os extratos de n-alcanos, necessitando apenas de redissolver com 0,2 mL de heptano para análise cromatográfica. Para a obtenção dos LCOH, efetuou-se uma nova lavagem na mesma coluna sílica-gel com 2x3ml de uma solução n-heptano/etilo acetato (80:20, v / v).

O eluído foi seco e redissolvido 1ml de heptano. Após este passo, a purificação da fração LCOH, é feita com o aquecimento do filtrado anterior em 0.2ml de heptano e, de seguida, a colocação de 0,050ml deste eluído numa coluna SPE aminopropil (contendo 0,1ml de uma solução saturada de ureia). Esta coluna foi obtida da seguinte forma: primeiro colocou-se numa estufa a 70°C por 20 min, permanecendo em seguida por uma noite numa hotte para a evaporação dos solventes e cristalização da ureia. As colunas foram posteriormente colocadas num dispositivo (Varian) de pressão positiva, lavaram-se com 3x1 ml de heptano e com 4x1ml água desionizada, recolhendo-se então o eluído purificado fazendo passar 3x1ml de heptano pela coluna SPE. Este eluído resultante foi de seguida evaporado. Para finalizar, de forma a obter derivados de acetato dos álcoois, adicionou-se 0,4ml de anidrido acético/piridina (1:5, v/v) ao resíduo da evaporação, deixando a 50°C durante a noite. De seguida foram evaporados, readicionou-se 0,4 ml de heptano e tornou-se novamente a secar. Para proceder à análise cromatográfica, procedeu-se da mesma forma que para os n-alcanos.

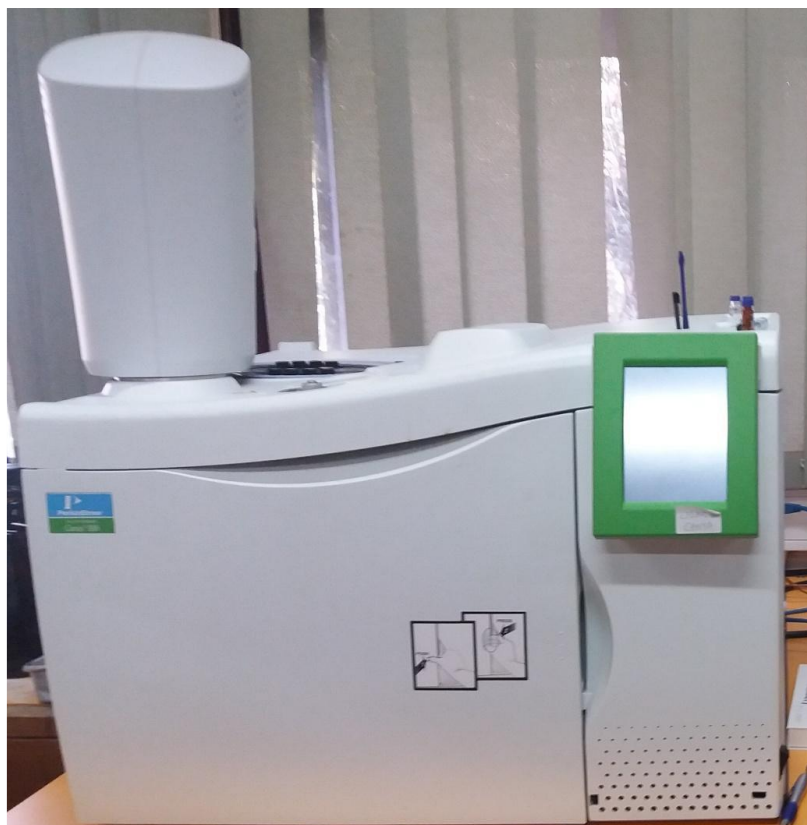


Figura 5: Cromatógrafo usado para as análises de n-alcanos e LCOH

1.5.3. Análise aos compostos fenólicos e taninos das espécies vegetais

Para a análise dos compostos fenólicos das espécies vegetais selecionadas pelas cabras, efetuou-se uma extração de fenólicos simples e taninos numa metodologia adaptada de Makkar (2007) e Pereira *et al.* (2018). Após a obtenção dos extratos, determinou-se o conteúdo dos compostos fenólicos totais segundo o micro-método de *Folin-Ciocalteu* adaptado de Pereira *et al.* (2018).

Os extratos foram realizados com uma concentração de 20 mg/ml de amostra num balão volumétrico de 10 ml com solução de Etanol a 70%, sendo posteriormente colocados em banho de ultrassom, durante 20 min a 40°C, para uma ótima homogeneização da amostra. De seguida, foram diluídos numa proporção de 1:25 com solução etanólica a 40%. Efetuou-se a solução mãe do padrão de ácido gálico (100 µg de ácido gálico por ml em solução etanólica a 40%) para a realização da curva padrão (concentrações: 10; 15; 20; 30; 50; 75 e 100 µg/ml).

Transferiu-se 200 µl dos diferentes pontos da curva e dos extratos, tudo em duplicado, para tubos de ensaio, adicionou-se 200 µl do reagente de Folin-Ciocalteu, à temperatura ambiente e agitou-se. A esta solução juntou-se 1,6 ml de Na₂CO₃ (5%) e

agitou-se, novamente. Colocaram-se as amostras em repouso com ausência de luz em banho-maria a 25°C durante 20min. A reação com reagente Folin-Ciocalteu tem coloração azul, sendo medida a absorvância num comprimento de onda de 760nm. No caso dos valores obtidos não serem abrangidos pela curva de calibração, efetuaram-se novas diluições de 1:10 ou 1:50.

Este método colorimétrico, baseia-se na capacidade que os compostos fenólicos têm de reagir com agentes oxidantes. O reagente utilizado é o Folin-Ciocalteu (2,5% de molibdato de sódio e 10% de tungstato de sódio). Em meio alcalino e na presença de tungstênio e de ácido fosfomolibdico ocorre a oxidação dos fenólicos e a redução do reagente Folin-Ciocalteu para formar o cromóforo. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) por g de MS de espécie vegetal.

A determinação do teor em taninos foi realizada de acordo com a metodologia de Makkar (2007) utilizando polivinilpoli-pirrolidona (PVPP) para formar complexos com os taninos, precipitando-os. Neste sentido, tendo em atenção aos valores obtidos anteriormente, realizou-se uma diluição 1:2 dos extratos obtidos apenas quando os teores em compostos fenólicos foram superiores a 2 mg GAE/ml. Pesou-se 0,1g de PVPP para tubos de 5m, e adicionou-se 1 ml de extrato das espécies vegetais e 1ml de água ultra pura. Misturou-se a solução ao vortex e posteriormente permaneceu no frigorífico a 4°C por 15min. De seguida, misturou-se novamente no vortex e centrifugou-se as amostras a 3000rpm a 4°C por 10 min. Posteriormente foi então utilizado o mesmo método referido anteriormente para determinar os compostos fenólicos simples não-taninos obtidos no sobrenadante, retirando 200 ul do sobrenadante e adicionando os restantes compostos (200 ul Folin-Ciocalteu + 1,6 ml Na₂CO₃ (5%)).

O teor em taninos é seguidamente calculado por diferença e expresso em mg GAE por g de MS de espécie vegetal.

III.1.6 1.6 CÁLCULOS PARA OS MARCADORES

A recuperação dos marcadores fecais não é de 100%, sendo necessário aplicar fatores de correção. Para isso recorreu-se a bibliografia já existente de Ferreira *et al.* 2005, e 2012, valores apresentados na Quadro 2.

As estimativas individuais da composição da dieta foram obtidas com recurso a um procedimento de otimização que minimiza a soma dos quadrados das discrepâncias entre as proporções de n-alcenos e LCOH nas fezes (após ajuste para recuperações fecais incompletas), e as proporções estimadas nas dietas seleccionadas pelas cabras, descrito por Salte *et al.* (1994), através do programa Solver do Microsoft Excel descrita da seguinte forma:

$$\sum_{i,j,k=1}^n [A - E]^2 = \sum_{i,j,k=1}^n \left[\left(\frac{Fi}{Ft} - \frac{xAi + yBi + \dots + zZi}{xA_t + yB_t + \dots + zZ_t} \right) + \left(\frac{Fj}{Fu} - \frac{xAi + yBi + \dots + zZj}{xA_u + yB_u + \dots + zZ_u} \right) \right]^2$$

Equação (1)

Onde:

-x e y e z representam as proporções dos componentes A, B e C na dieta;

-Fi, Ai, Bi e Zi são as concentrações do marcador n-alcenos *i* nas fezes e nos componentes da dieta A, B e Z;

-Fj, Aj, Bj e Zj são as concentrações do marcador LCOH *j* nas fezes e nos componentes da dieta A, B e Z;

-Fu, Au, Bu e Zu representam as concentrações de LCOH totais nas fezes e nos componentes A, B e Z da dieta.

III.1.7 1.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A existência de diferenças entre as dietas seleccionadas individualmente, de acordo com os perfis em n-alcenos e LCOH, foi explorada através do uso individual de todas as espécies vegetais recolhidas nos 3 períodos, como possíveis componentes da dieta.

Foi utilizado o procedimento PROC STEPDISC, no método FORWARD (SAS, 2004), para seleccionar as espécies vegetais presentes nas dietas das cabras, a considerar na análise. Posteriormente procedeu-se a uma análise discriminante canónica (PROC CANDISC) de modo a obter as combinações lineares quantitativas que permitissem explicar as variações entre grupos de animais elucidando graficamente a localização espacial dos grupos.

O efeito da exposição à área arbustiva na evolução da carga parasitária gastrointestinal foi realizado por análise de variância considerando como medidas repetidas as contagens individuais de OPG nos dois grupos de cabras, A e B, ao longo do período de pastoreio.

Posteriormente, relacionou-se estes resultados obtidos decorrentes da ingestão da dieta com a carga parasitária determinada para cada animal em cada período de avaliação de modo a documentar o seu impacto, através de uma correlação linear de Pearson.

Quadro 2: Valores de recuperação fecal obtidos de caprinos em gaiolas metabólicas (Ferreira *et al.*, 2005

n-alcanos	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33
Rec. Fecal	0,598	0,719	0,690	0,679	0,803	0,840	0,858	0,892	0,904
LCOH	O20	O22	O24	O26	O28	O30			
Rec. Fecal	0,61719	0,70071	0,66215	0,74106	0,79425	0,87073			

e 2012)

IV RESULTADOS

4.1. *Perfis dos alcanos e álcoois de cadeia longa das espécies vegetais selecionadas*

Na Figura 5 são apresentadas as concentrações dos marcadores nos diferentes componentes da dieta, maioritariamente selecionados neste estudo. O Quadro com todas as concentrações destes marcadores encontra-se em anexo (Quadro A1). É de notar que as mesmas espécies vegetais não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao longo dos períodos ($P>0,05$), por isso optou-se por ilustrar na Figura 5 apenas os valores médios de n-alcanos e LCOH para os componentes principais da dieta deste ensaio.

É evidente a diferenciação entre perfis dos diferentes componentes da dieta com concentrações de n-alcanos e LCOH distintas, exceto para o alcano C25 e LCOH O20. Os n-alcanos de cadeia ímpar representam cerca de 90% do conteúdo total dos n-alcanos. As espécies vegetais apresentaram baixas concentrações para a maioria dos n-alcanos apenas sendo possível observar valores que excedem os 50 mg/kg MS para C29, C31 e C33.

Relativamente aos valores dos LCOH médios totais apresentam concentrações que variam entre 240,86 mg / kg de MS para *P. lentiscus*, e 3350,85 mg / kg de MS para *R. ulmifolius*. O álcool O26 predominou nestas espécies com uma média de 304 mg / kg de MS. Em contrapartida O20 foi o que apresentou um valor mais baixo com 24,88 mg / kg de MS.

De forma geral, os n-alcanos foram os marcadores que apresentaram concentrações totais mais baixas nas diferentes espécies vegetais. Apenas *P. lentiscus*, *O. Sylvestris* e *R. lycioides*, apresentaram concentrações de n-alcanos superiores

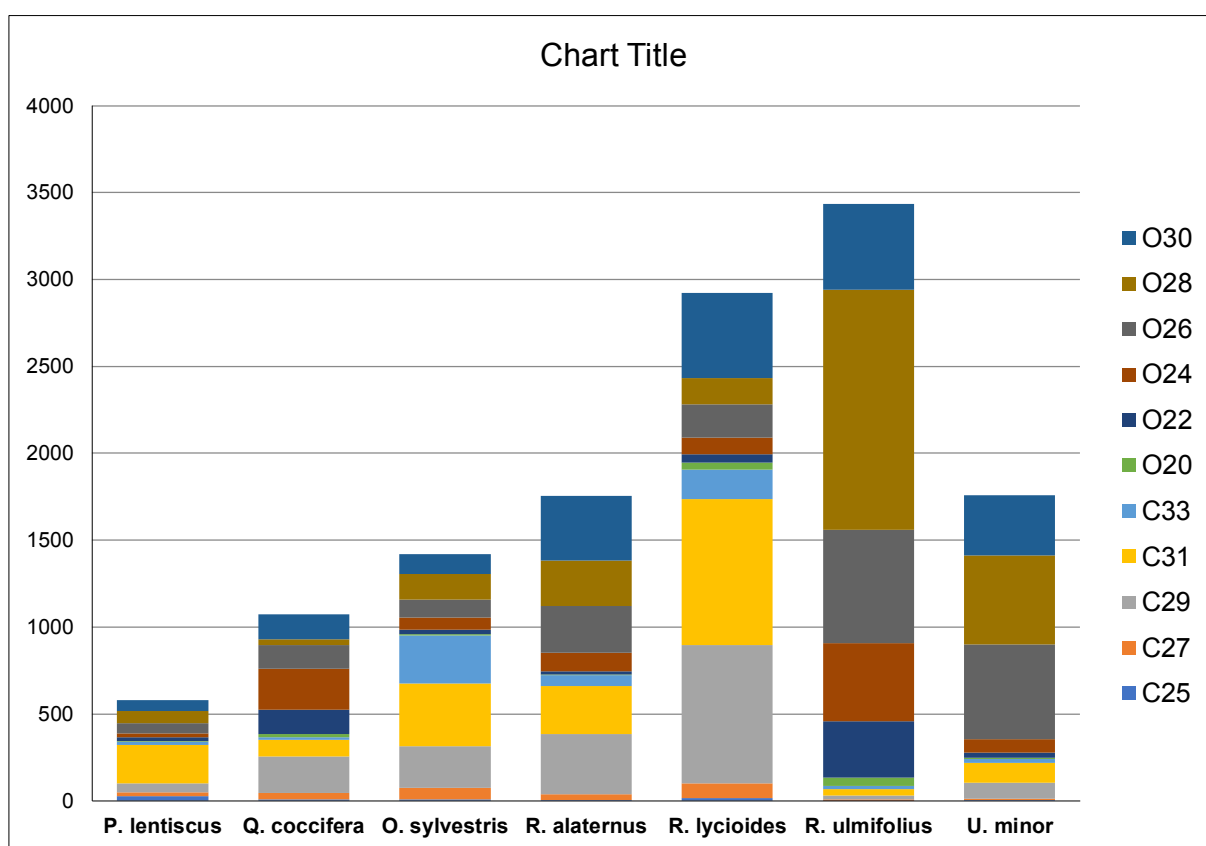


Figura 6: Perfil de n-alcenos (C) e álcoois de cadeia longa (LCOH- O) das espécies vegetais maioritariamente selecionadas pelos animais

4.2. Seletividade das espécies selecionadas pelas cabras

Para avaliar as dietas selecionadas pelas cabras, procurou-se encontrar uma forma de distinguir os dois grupos de animais estimando a composição das suas dietas através das proporções das diferentes espécies obtidas pelo método dos n-alcenos e LCOH considerando as correções de recuperação fecal segundo Ferreira *et al.* (2007 e 2012), para cada período experimental, sendo estas proporções dietéticas representadas na Quadro A2, A3 e A4, em anexo.

Diferenças importantes foram encontradas no comportamento das cabras no decorrer do ensaio. Observou-se que estas preferiram maioritariamente a vegetação arbustiva ao invés da zona pratense disponível. Apesar não constarem nos dados deste trabalho, verificou-se com base nos registos de observações diretas que o nível de seletividade foi extremamente alto quando pastoreavam na vegetação, optando por partes específicas dos arbustos, nomeadamente folhas, rebentos, partes mais aéreas e partes mais lenhosas.

No decorrer do primeiro período as cabras demonstraram maior preferência por feno, *Olea europaea var.sylvestris* e *Rubus ulmifolius*, numa proporção de 61%, 16% e 7%, respetivamente perfazendo um total de 84% da composição da sua dieta, possível observar na figura 6. No mês de maio, a *O. e. sylvestris* (30%), *Quercus coccifera* (21%), *Rhamnus lycioides* (20%), *Ulex minor* (13%) e a *Pistacia lentiscus* (12%) contribuíram com 96% da dieta consumida pelos animais. Por último, no terceiro período, as cabras optaram maioritariamente por *Q. coccifera* (29%), *P. lentiscus* (24%) e *O. e. sylvestris* (16%), *Parentucellia Viscosa* (15%), *R. alaternus* (13%) constituindo 97% da dieta selecionada.

É possível verificar que, no decorrer dos três períodos, há espécies vegetais que ganharam relevo na composição da dieta aumentando o seu consumo ao longo do ensaio, nomeadamente a *P. lentiscus* e do *Q. coccifera*. Por outro lado, outros componentes da dieta perdem relevância ou deixam de ser selecionados pelos animais, nomeadamente o feno, o *R. ulmifolius* e a silagem de milho. A silagem de milho foi retirada da dieta para permitir que nos meses maio e julho pudessem tirar um melhor partido da biomassa arbustiva disponível. Apesar de ser um componente que é predominante na dieta, a *O.e. sylvestris* sofre uma redução nos dois últimos períodos de 30% para 16%, por sua vez o *Q. coccifera* aumentou o seu contributo para praticamente 30% da dieta no final do ensaio. É possível ainda observar, que algumas espécies vegetais apresentaram uma grande variação no seu consumo no decorrer do estudo, como por exemplo, o caso do *R. alaternos*, com uma percentagem reduzida de 3% em abril, não foi consumida no mês de maio, e, no entanto, no mês de julho representou 13% da dieta ganhando assim relevo no final do ensaio. O inverso acontece com *U. minor* e com *R. lycioides*, apresentando este último uma percentagem na dieta de 2%, 20% e 3% da dieta respetivamente para o primeiro, segundo e último período.

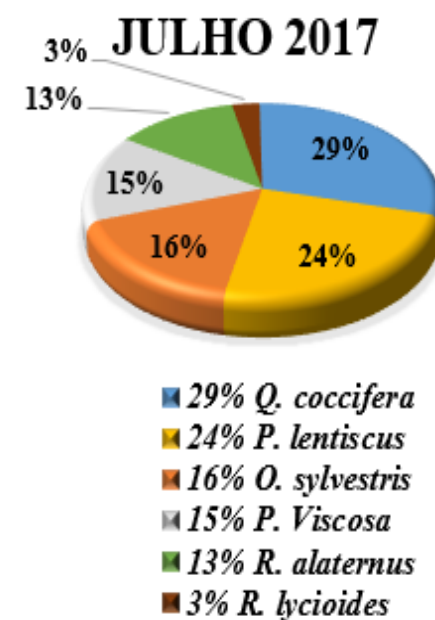
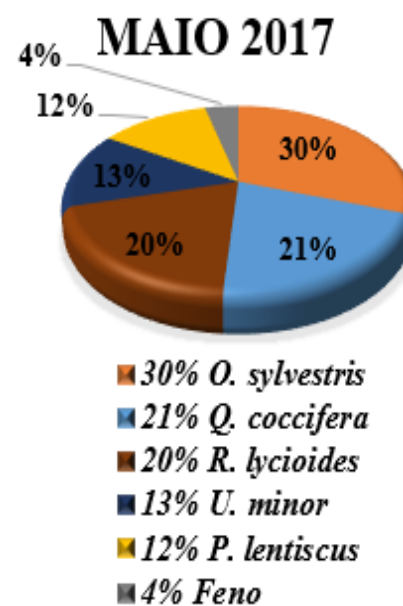
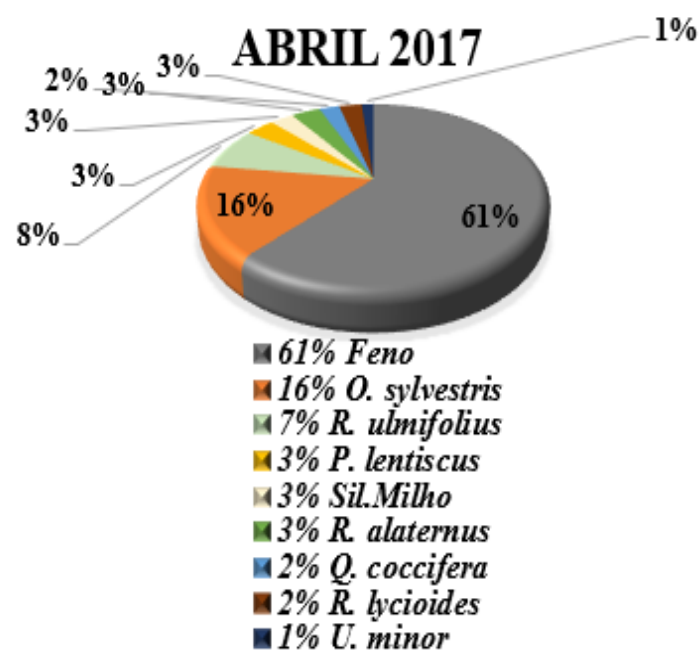


Figura 7: Dietas selecionadas pelas cabras

Utilizando o procedimento PROC STEPDISC, no método FORWARD (SAS, 2004), foram selecionadas 6 das espécies consideradas, nomeadamente as proporções de *P. lentiscus*, *Q. coccifera*, *O. e. europaea*, *R. lycioides*, *R. alaternus* e *P. Viscosa*. Desta forma procedeu-se a análise discriminante canónica (PROC CANDISC, SAS 2004) de modo a obter combinações lineares quantitativas utilizadas para elucidar graficamente (Figura 7) a localização espacial dos grupos de animais nos períodos de observação. Nesta Figura pode-se observar que a 1ª função canónica permitiu distinguir claramente os períodos de observação, explicando cerca de 93,7% da variação total entre registos. Quanto à 2ª função canónica, não foi tão discriminante no que respeita aos grupos de cabras, embora em maio se consiga visualizar melhor alguma separação entre dietas seleccionadas por grupo.

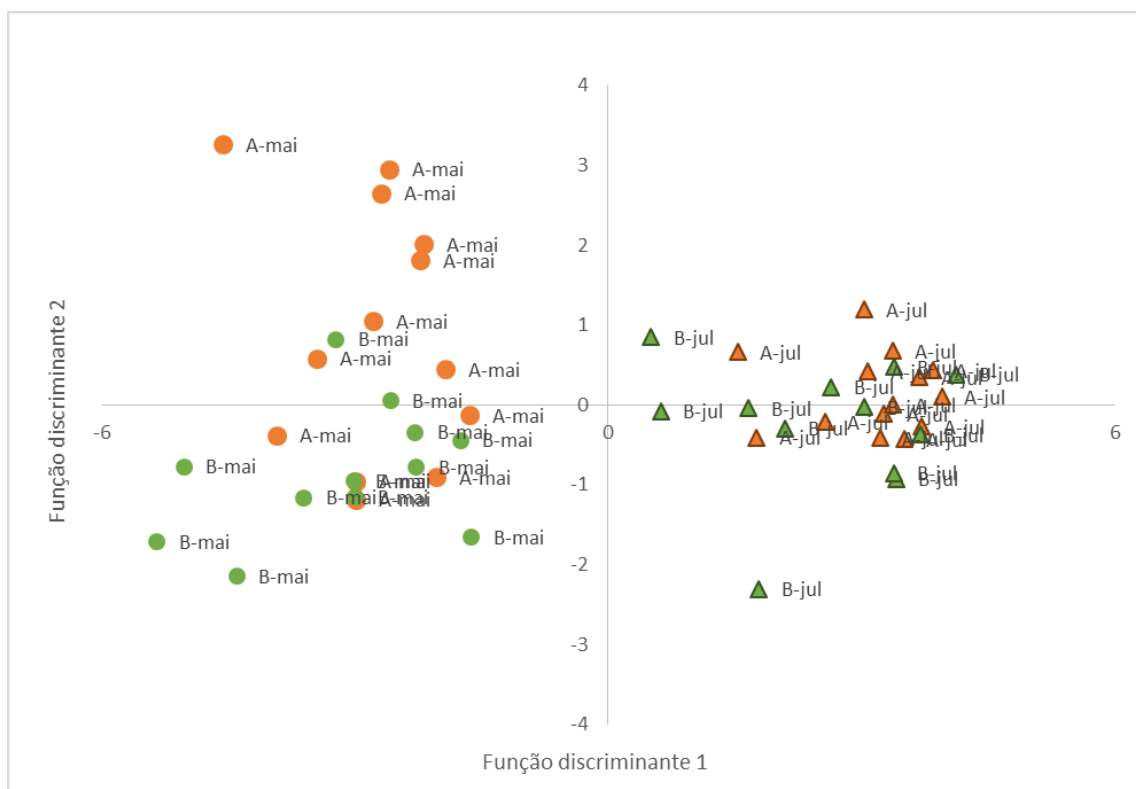


Figura 8: Distribuição dos grupos de cabras de acordo com a seleção de espécies arbustivas na dieta, em cada período de observação (a laranja – grupo A; a verde – grupo B; círculos – maio; triângulos – julho)

4.3. Contagem de ovos de *strongilídeos*

O número de ovos de *strongilídeos* gastrointestinais por grama de fezes (OPG) reduziu no decorrer do ensaio tanto para o grupo A como para o grupo B como se pode observar na Quadro 3, apresentando diferenças estatisticamente diferentes na contagem inicial relativamente à contagem final em julho ($P < 0,05$). Três cabras apresentaram valor de OPG superior a 1.000, sendo uma destas desparasitada por precaução e retirada da análise.

No início do estudo, antes das cabras terem acesso à vegetação arbustiva, os grupos A (fevereiro) e B (abril), apresentaram o maior valor médio de OPG com valores de 418 e 471 ovos/g respetivamente. Em maio, ambos os grupos apresentaram uma redução na eliminação de ovos nas fezes, verificando-se valores médios semelhantes para os dois grupos neste mesmo mês (204 vs 300 OPG). O mesmo sucedeu para o mês de julho, no qual as cabras apresentaram a menor contagem média de OPG deste ensaio (139 e 121 ovos/g para os grupos A e B, respetivamente).

Quadro 3: Contagem de ovos de *strongilídeos* nas fezes no grupo A e B nos diferentes períodos

Colheita	OPG			
	Grupo A		Grupo B	
T0	418 ± 62,3	b	472 ± 70,51	b
T1-maio	204 ± 62,30	a	300 ± 67,29	ab
T2-julho	139 ± 62,30	a	121 ± 67,29	a

Nota: Médias com letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

A avaliação da carga parasitária do grupo de referência resultou nas seguintes eliminações de OPG: 562±167,6; 450±53,5; 513±109,3 e 450±103,7, respetivamente em fevereiro, abril, maio e julho.

4.4. Coprocultura

Na caracterização das populações parasitárias, através da identificação morfológica das L3, verificou-se serem infeções mistas, compostas pelos géneros *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Ostertagia*, *Oesophagostomum* e *Chabertia*, resultados observáveis na Quadro 4. No grupo A, todas as cabras se encontravam infetadas (100%) pelos géneros *Trichostrongylus*, *Ostertagia* e *Oesophagostomum*, enquanto no grupo B os géneros mais

prevalentes foram *Ostertagia* (100%), *Trichostrongylus* (91%) e *Haemonchus* (91%) (Quadro 4).

No grupo A verificou-se uma distribuição semelhante para os géneros mais prevalentes, *Oesophagostomum*, *Trichostrongylus* e *Ostertagia*. Por outro lado, no grupo B, o género *Haemonchus* revelou-se como o mais abundante seguindo-se os géneros *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum* e *Ostertagia* com uma distribuição semelhante.

Quadro 4: Prevalência (Prev.%) e Abundância Proporcional Média (APM %) dos géneros de EGI presentes nos grupos A e B

	Prev. %	APM %	Prev. %	APM %
Género	Grupo A		Grupo B	
<i>Trichostrongylus sp.</i>	100	31	91	21
<i>Haemonchus sp.</i>	62	5	91	39
<i>Ostertagia sp.</i>	100	29	100	16
<i>Oesophagostomum sp.</i>	100	32	73	20
<i>Chabertia sp.</i>	70	3	64	4

4.5. Composição química das espécies vegetais

Durante o ensaio colheram-se amostras das espécies vegetais maioritariamente seleccionadas pelas cabras para processamento analítico, nomeadamente análise da composição química, em apenas uma única amostra compósita, estando os resultados apresentados na Quadro 5.

De acordo com os dados o feno é o componente que apresenta um teor de matéria seca (91,4% MS), seguindo-se a *Q. coccifera* (49,4%MS). Relativamente ao teor proteico, é possível observar que ambos os *Rhamnus* foram as espécies que possuíam um maior teor, seguido da *O. e. sylvestris* (16,48%, 16,18%, 14,7% respetivamente). Já no que respeita ao teor em fibra detergente neutro (NDF), os fenos (73,25%), a *Smilax aspera* (63,28%) e o *Cistus albidus* (51,57%) são as espécies que se destacam neste período.

Quadro 5: Composição química média dos componentes da dieta mais seleccionados pelas cabras

Espécie vegetal	MS%	g/100 g MS			
		PB	NDF	ADF	ADL
<i>Pistacia lentiscus</i>	44,8	7,8	41,4	20,9	6,7

<i>Quercus coccifera</i>	49,4	9,7	49,8	30,3	11,5
<i>Olea europea</i> var. <i>sylvestris</i>	36,9	14,7	48,2	31,2	16,3
<i>Rhamnus alaternus</i>	34,7	16,2	28,9	19,7	4,7
<i>Rhamnus lycioides</i>	39,0	16,5	41,2	19,6	11,7
<i>Cistus albidus</i>	35,6	11,8	51,6	26,0	7,3
<i>Rubia peregrina</i>	20,6	10,6	43,8	40,7	2,9
<i>Smilax aspera</i>	31,0	11,6	63,3	37,1	15,2
Silagem de milho	34,2	7,5	46,1	-	-
Feno	91,4	5,0	73,3	46,3	5,5

Nota: MS – matéria seca; PB – proteína bruta; NDF – fibra em detergente neutro; ADF – fibra em detergente ácido; ADL – lenhina em detergente ácido

Na Quadro 6 são apresentados os resultados referentes às análises efetuadas aos compostos fenólicos e taninos das espécies vegetais mais selecionadas pelos animais com as respectivas percentagens de taninos nos compostos fenólicos. Observou-se que a *P. lentiscus*, a *Q. coccifera*, o *R. lycioides* e o *C. albidus* apresentaram um conteúdo superior em compostos fenólicos totais, com um valor de 143,2 mg GAE/g MS, 120,48 mg GAE/g MS, 76,47 mg GAE/g MS e 64,19 mg GAE/g MS, respetivamente. Por outro lado, a *C. intybium* e o *U. minor* apresentaram os menores valores (14,85 mg GAE/g MS e 19,61 mg GAE/g MS).

Relativamente ao conteúdo em taninos, as espécies arbustivas apresentam valores elevados, destacando-se a *P. lentiscus* (127,27 mg GAE/g MS), o *Q. coccifera* (114,71 mg GAE/g MS) e a *C. albidus* (59,44 mg GAE/g MS). Em contrapartida, *C. intybium*, *U. minor* e o *O. e. sylvestris* demonstram os valores mais baixos com 6,24, 12,20 e 18,34 mg GAE/g MS, respetivamente.

Quadro 6: Composição média em fenóis totais e taninos das espécies vegetais mais selecionadas pelas cabras

Espécie vegetal	Fenóis totais	Taninos	% Taninos
	mg GAE/g MS	mg GAE/g MS	
<i>Pistacia lentiscus</i>	143.03	127.27	89.00
<i>Quercus coccifera</i>	120.48	114.71	95.20
<i>Olea e. sylvestris</i>	42.20	18.34	43.50
<i>Rhamnus alaternus</i>	46.70	22.97	49.20
<i>Rhamnus lycioides</i>	76.47	51.02	66.70

<i>Cistus albidus</i>	64.19	59.44	92.60
<i>Rubus ulmifolius</i>	61.72	47.60	77.10
<i>Ulex minor</i>	19.61	12.20	62.20
<i>Chicorium intybiu</i>	14.85	6.24	42.00

A partir das proporções das diferentes espécies vegetais da dieta obtidas com o método dos n-alcanos e LCOH, foi calculado a quantidade que os animais ingeriram por kg MS de compostos fenólicos e taninos. Com base na figura 8 é possível observar de forma clara que no decorrer do ensaio a quantidade ingerida de compostos fenólicos e taninos aumentaram, sendo indiretamente proporcional aos OPG, que sofreram uma redução acentuada à medida que o consumo de fenóis totais e taninos aumentaram. Abril foi o período que menos quantidade de fenólicos e taninos foram ingeridos pelos animais com um valor de 22,0 e 15,6 g GAE/kg MS, respetivamente e valores de OPG de 418 e 472 ovos/g. Em maio o grupo A e B apresentaram um consumo de 77,0 e 67,9 g GAE /kg MS de fenólicos totais, e de 58,9 e 51,1 g GAE /kg MS de taninos, apresentando 204 e 300 g/ovos para os grupos. O último mês apresentou os valores mais elevados de ingestão para ambos os grupos, com 89,9 e 79,0 g GAE /kg MS de fenólicos totais para o grupo A e B e com 70,4 e 65,7 g GAE/kg MS de taninos para estes grupos, e por sua vez, os valores mais baixos em OPG apresentando 139 e 121 ovos/g.

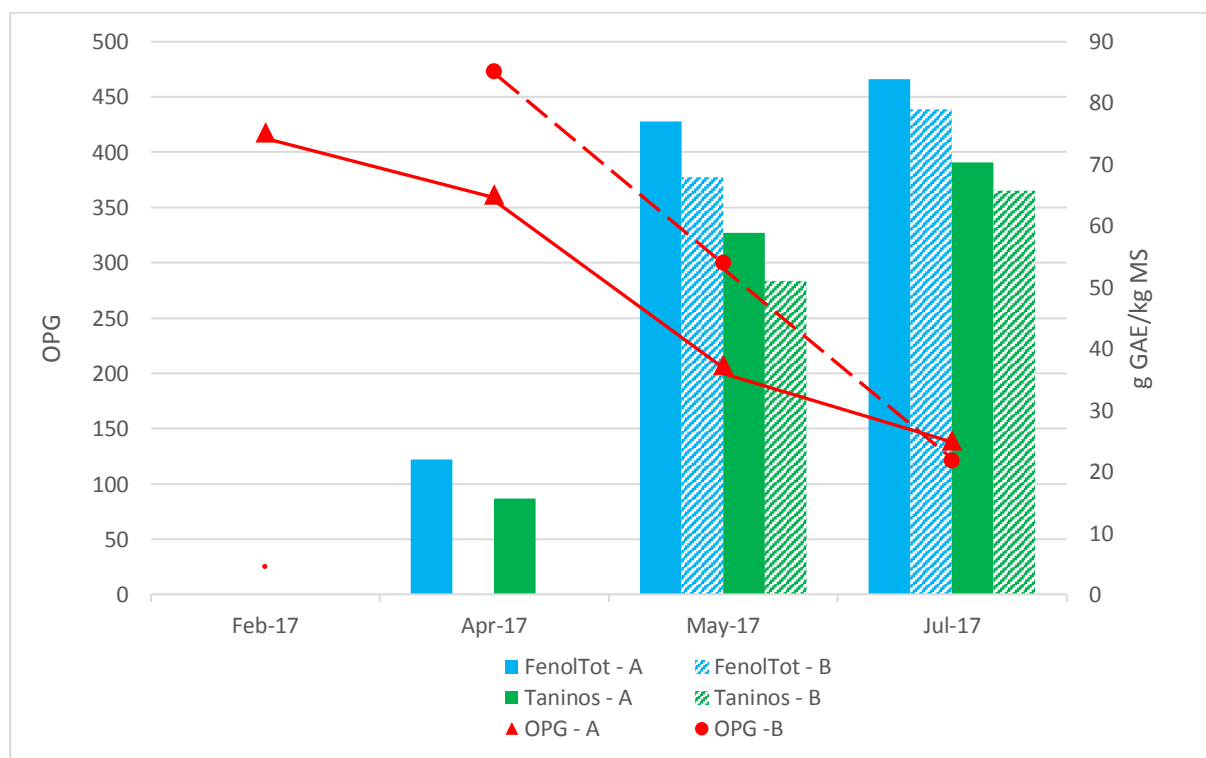


Figura 9: Relação entre a composição média em Fenólicos totais e Taninos (g GAE/kg MS) nas dietas selecionadas pelas cabras das espécies vegetais com as médias de OPG

A partir da Quadro 7 consegue-se observar que espécies vegetais possuíram um impacto significativo sobre os OPG. As espécies vegetais que mais contribuíram para a redução das OPG foram a *P.lentiscus* (-0,31; $P<0,05$) e a *Q. coccifera* (-0,31; $P<0,05$). Pode-se também verificar que, apesar dos valores serem muito semelhantes, os taninos, em particular, tiveram um impacto negativo maior sobre os OPG que os compostos fenólicos no seu total, respetivamente com um valor de -0,34 ($P=0,006$) vs -0,33 ($P=0,008$).

Quadro 7: Contribuição das espécies ingeridas para as quantidades dos fenóis totais e taninos no impacto sobre os OPG e as respetivas significâncias

	OPG	Fenóis Totais	Taninos
OPG	1	-0,3289	-0,3402
P		0,0080	0,0060
FenolTot	-0,3289	1	0,9873
P	0,0080		<0,0001
Taninos	-0,3402	0,9873	1
P	0,0060	<0,0001	
<i>P. lentiscus</i>	-0,3144	0,8334	0,8726
P	0,0114	<0,0001	<0,0001
<i>O. e. sylvestris</i>	0,0474	0,1364	-0,0068
P	0,7097	0,2825	0,9573
<i>Q. coccifera</i>	-0,3106	0,8557	0,9037
P	0,0125	<0,0001	<0,0001
<i>R. alaternus</i>	-0,1500	0,2658	0,3242
P	0,2368	0,0338	0,0090
<i>R. lycioides</i>	0,0068	0,1920	0,0681
P	0,9577	0,1285	0,5929
<i>P. viscosa</i>	-0,2326	0,0887	0,1314
P	0,0644	0,4858	0,300
<i>U. minor</i>	0,1556	-0,7562	-0,7073
P	0,2194	<0,0001	<0,0001
Feno	0,2038	-0,0196	-0,0669
P	0,1063	0,8779	0,5995

V DISCUSSÃO

O presente estudo foi realizado com o objetivo de investigar a forma como, em cabras em manutenção, a ingestão de espécies vegetais presentes na vegetação arbustiva mediterrânica influencia a carga parasitária gastrointestinal avaliada através da contagem de ovos de EGI nas fezes. Procurou-se ainda avaliar a utilização deste tipo de vegetação na implementação de sistemas de pastoreio extensivo por caprinos mais ecológicos e sustentáveis, e assim contribuir para o controle concomitante das estrogiloses em caprinos e da biomassa nas áreas arbustivas, promovendo a sua biodiversidade e prevenindo a ocorrência de fogos florestais.

O uso de espécies ou extratos vegetais como fitoterápicos tem vindo a ganhar importância e aderentes na pecuária, sendo uma alternativa à quimioprofilaxia (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2013b). Vários trabalhos publicados confirmam que os taninos condensados têm uma participação direta no controlo de estrogilídeos em pequenos ruminantes (Oliveira *et al.* 2011; Monteiro *et al.* 2011), demonstrando um claro efeito desses compostos na biologia destes parasitas, principalmente pela diminuição na eliminação de ovos nas fezes (Osoro *et al.*, 2007). As espécies vegetais das áreas arbustivas mediterrânicas são geralmente ricas em metabolitos secundários (Manolaraki *et al.*, 2010). No entanto, grande parte dos estudos *in vivo* sobre os efeitos destes compostos são realizados na espécie ovina, havendo falta de informação para caprinos (Kabasa *et al.*, 2000; Paolini *et al.*, 2003a, b).

Os valores de OPG são uma medida indireta da carga parasitária, no entanto representam com precisão o tamanho real das populações de larvas no trato gastrointestinal (Hoste *et al.*, 2001), tendo sido o método utilizado no presente estudo. Ao longo dos 3 períodos de avaliação, observou-se uma redução de OPG ($P < 0,05$) em ambos os grupos para níveis muito baixos e aceitáveis, nomeadamente de 418 e 472 ovos/g para 139 e 121 ovos/g para os grupos A e B, respetivamente. O mesmo não se verificou no grupo de referência, o qual apresentou valores de eliminação que se mantiveram entre 450 e 560 ao longo do período de estudo. Estes valores, apesar de significativos, são muito reduzidos. Isto pode ser explicado pelo facto de 2017 ter sido um ano extremamente atípico, apresentando condições climáticas secas e quentes, sobretudo nos meses em que foi executado o estudo, não promovendo as condições ideais para o desenvolvimento e sobrevivência das larvas infestantes e posterior contaminação. De acordo com Urquhart *et al.*, 1996, os ovos eliminados nas fezes necessitam de condições ambientais ótimas, com temperatura mínima de 10 °C e humidade de 60%, para eclodirem e libertarem as larvas (L1) sensíveis ao meio externo. Posteriormente, é necessário

que haja umidade suficiente para que se realize a dispersão e migração das larvas infetantes (L3) na pastagem, a qual advém essencialmente da água proveniente do orvalho ou chuva (Osoro et al., 2009). Neste sentido, para a obtenção de resultados mais representativos era aconselhável prosseguir o estudo em condições mais favoráveis para o desenvolvimento do parasitismo.

A redução significativa na eliminação de OPG em ambos os grupos, pode ser justificada pela presença de compostos fenólicos nas espécies vegetais, entre os quais os taninos (figura 9 e Quadro 7), uma vez que esta redução não se verificou no grupo de referência. Este grupo possuiu uma alimentação desprovida destes compostos, e provavelmente a justificação para os valores de eliminação de OPG se manterem constantes ao longo do ensaio, enquanto que nos grupos com acesso à vegetação arbustiva que continha estes compostos foi registado um decréscimo acentuado na eliminação de OPG. Neste estudo, os grupos A e B de caprinos ingeriram em maio 58,9 e 51,1 g GAE/kg MS e em julho 70,4 e 65,7 g GAE/kg MS, respetivamente. Noutros estudos com quantidades semelhantes de taninos ingeridas, também se observaram efeito AH nos valores de OPG, tendo-se verificado uma redução significativa quando os animais ingeriram plantas contendo este composto (Celaya *et al.*, 2010; Frutos *et al.*, 2008). Inclusive, Moreno-Gonzalo *et al.* (2011) fizeram referência a vários autores incluindo o seu próprio estudo e, todos verificaram efeitos AH com quantidades semelhantes (variando estas pesquisas entre 30 a 97 g TAE/Kg MS) às observadas neste estudo. Apesar de neste ensaio se verificarem valores considerados médio-baixos, Moreno-Gonzalo *et al.* (2011) e Frutos *et al.* (2008), referiram que não são necessários teores muito elevados para que estes compostos produzam efeito. No entanto, ainda não está definida a concentração mínima necessária de taninos para que sejam verificados efeitos AH (Frutos *et al.*, 2008).

A ação dos taninos pode ser direta sobre as formas parasitárias, ou indireta ao reduzirem a quantidade de proteína digerida no rúmen, aumentando assim a proteína disponível no intestino delgado (Terrill *et al.*, 2009; Hoste *et al.*, 2011; Yoshihara *et al.*, 2013). e o consequente melhor aproveitamento da mesma. Esta maior absorção proteica tem implicações positivas na capacidade de defesa dos animais em relação aos EGI (Osoro *et al.*, 2007; Frutos *et al.*, 2008; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011; Yoshihara *et al.*, 2013).

Em relação ao efeito direto sobre os parasitas, existem estudos que referem que os taninos condensados ligam-se às proteínas encontradas na bainha cuticular das L3, ou inibem as enzimas envolvidas no processo de desembainhamento larvar (Hoste *et al.*, 2006). Desta

forma afetam a cutícula e impedem a evolução do estado infetante para estado parasitário, depois de ingerido pelo animal, ao alterar as suas propriedades físico-químicas (Macedo *et al.*, 2012; Amorim, 2016). Outros autores associaram a redução da eliminação de OPG pela população de estrongilídeos com a redução da fecundidade das fêmeas (Paolini *et al.*, 2003b, c, 2005; Garcia *et al.*, 2007).

As espécies de estrongilídeos identificados no ensaio foram as mesmas espécies encontradas em caprinos por diversos autores (Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011; Celaya *et al.*, 2013, 2016), nomeadamente os géneros *Trichostrongylus sp.*, *Haemonchus sp.*, *Ostertagia sp.*, *Oesophagostomum sp.* e *Chabertia sp.* Observou-se que a prevalência e abundância dos endoparasitas identificados variaram entre grupos, sendo notável uma maior abundância de *Oesophagostomum*, *Trichostrongylus* e *Ostertagia* no grupo A, enquanto no grupo B, os géneros *Haemonchus*, *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum* e *Ostertagia* se revelaram mais abundantes. Não havendo suporte bibliográfico sobre uma relação direta entre composição da dieta e a proporção presente dos diferentes estrongilídeos, poder-se-á justificar esta diferença com a proveniência do grupo, uma vez que estes animais foram adquiridos posteriormente para aumento do efetivo.

É de extrema importância efetuar uma coprocultura, uma vez que esta permite identificar e quantificar os nematodes presentes no animal em questão, possibilitando identificar as situações mais patogénicas e tomar as devidas providências. Assim, pode-se quantificar uma eliminação reduzida de OPG e, no entanto, serem extremamente patogénicos, comprometendo a saúde e vida do animal. Desta forma, é possível optar pela melhor solução para cada caso específico.

Diferentes raças ou genótipos caprinos podem apresentar distintas respostas de comportamento alimentar, relacionadas provavelmente com as suas experiências alimentares, por imitação do comportamento da progenitora ou do rebanho; com as hierarquias, pelo acesso espacial permitido às diferentes espécies vegetais; com a resistência apresentada por genótipos diferentes; ou com a fase do seu estado produtivo (Odo *et al.*, 2001, Dziba *et al.*, 2003, Sun *et al.*, 2008, Landau *et al.*, 2010 e Miranda-de la Lama *et al.*, 2011). Vários autores verificaram que diferentes espécies vegetais, nas suas diferentes partes e proporções ingeridas, possuem impactos diferentes nos géneros de estrongilídeos presentes (Hoste *et al.*, 2011; Moreno-Gonzalo *et al.*, 2011; Yoshihara *et al.*, 2013), podendo possivelmente justificar as diferenças na abundância entre grupos.

O ano 2017, como mencionado anteriormente, foi um ano anormalmente seco e quente, podendo isto influenciar não só a taxa de desenvolvimento e sobrevivência dos diferentes parasitas, sendo os mais resistentes os que se encontram em maior grau de infecção, como a possibilidade de infecção nos pequenos ruminantes. O pastoreio em áreas áridas proporciona um ambiente menos favorável para que haja infecção por L3 de *estrongilídeos* (Hoste *et al.*, 2001). Por outro lado, a capacidade dos caprinos em pastorearem espécies vegetais arbustivas, muitas vezes equilibrando-se nas patas traseiras, coloca-os numa posição mais favorável para evitar infecções por ingestão dessas larvas, comparativamente a animais como os ovinos que são mais dependentes de erva, a qual representa a principal fonte de contaminação de larvas infetantes (Landau *et al.*, 2010), pois o seu pastoreio envolve a ingestão das pratenses ao nível ou perto do solo. Além disso, supõe-se que as diferenças no comportamento alimentar das cabras, o seu metabolismo e a sua fisiologia digestiva, lhes permitem uma melhor adaptação para explorar plantas ricas em taninos (Osoro *et al.*, 2000, 2007).

A melhoria no nível nutricional das cabras pode contribuir para a melhoria da sua resposta imunitária contra populações de *estrongilídeos*, contribuindo para uma melhor resistência e resiliência aos parasitas. Neste sentido, deve-se permitir que os animais tenham acesso a espécies que contenham metabolitos secundários, entre os quais taninos, promover o estabelecimento de pastagens melhoradas de forma a fornecer forragens de qualidade e cumprir com as exigências nutritivas dos animais. Desta forma, permite-se também o desenvolvimento de sistemas sustentáveis de pastoreio nas áreas menos favorecidas, uma vez que estas zonas são pobres nutricionalmente (Celaya *et al.*, 2008, 2016).

Para proceder à determinação da composição da dieta nas espécies vegetais disponíveis, nas respetivas proporções ingeridas pelos animais, recorreu-se à utilização dos marcadores fecais *n*-alcanos e LCOH. Em anexo, na Quadro A1 podem-se observar os perfis de alcanos e LCOH obtidos para cada espécie, e as proporções das plantas maioritariamente selecionadas na figura 6. Esta técnica tem sido amplamente utilizada para avaliar a ingestão de alimentos, a digestibilidade da matéria seca (MS) e a composição da dieta em animais em pastoreio (Sun *et al.*, 2008). No entanto, vários fatores, entre os quais a composição da dieta, a variabilidade individual, as espécies e a idade dos animais podem afetar as recuperações fecais dos alcanos, sendo necessário considerar correções para cada situação (Dove e Mayes, 2005). Para a concretização dos cálculos neste estudo em específico, recorreu-se a bibliografia já existente de Ferreira *et al.* (2007 e 2012).

Constatou-se uma maior preferência dos caprinos pela vegetação arbustiva ao invés da zona pratense disponível, direcionando a sua dieta maioritariamente para partes específicas das espécies vegetais, nomeadamente folhas de árvores e arbustos, rebentos, partes mais aéreas e lenhosas, sendo esta uma particularidade do comportamento alimentar das cabras, “browsers” comparativamente aos animais considerados “grazers” como os ovinos (Celaya *et al.*, 2007; Osoro *et al.*, 2013; Castro & Núñez, 2016). Na figura 8 verificou-se que as cabras possuem uma seletividade alimentar elevada, variando os componentes ingeridos durante todo o período experimental. No primeiro período, as cabras basearam a sua dieta maioritariamente em feno (61%), alimento rico em NDF (74%), seguido de alimentos ricos em proteína (*O. e. sylvestris* com 15% PB e *R. alaternus* com 16% PB). O consumo elevado de feno pode ser explicado pelo tempo de pastoreio na área arbustiva em abril ter compreendido um período de apenas 4 horas por dia, estendendo-se para 9 horas a partir dessa observação.

Em maio, registou-se uma redução acentuada na proporção de feno para 4%. No entanto, houve o aumento do consumo de espécies arbustivas nomeadamente, *O. e. sylvestris* (30%), *Q. coccifera* (21%), *R. lycioides* (20%), e *P. lentiscus* (12%). Estas espécies ricas também em NDF (43%, 50%, 41%, e 41%, respetivamente), possuem valores proteicos que variam entre 7 e 16% promovendo uma melhor nutrição destes animais, com uma dieta mais equilibrada. O mesmo é mencionado por Baraza *et al.* (2009), Carvalho *et al.* (2009) e Arume (2010), que referem que as cabras possuem estratégias alimentares e uma dieta variada de forma a melhor satisfazer as suas necessidades. Por último, no mês de julho, as cabras basearam a sua dieta em espécies com teores em fibra igualmente elevados e teores proteicos variáveis (7-15%). Neste período, e provavelmente pela menor disponibilidade de biomassa, registou-se uma menor proporção de *O. e. sylvestris* e *R. lycioides*, sendo compensado pelo acréscimo nas outras espécies. Estas avaliações mostraram uma clara preferência das cabras por alimentos ricos em fibra, no entanto com teores de proteína variáveis.

Sabe-se que a composição da dieta de caprinos varia sazonalmente, consoante a disponibilidade das espécies vegetais, do seu desenvolvimento fenológico e do seu valor nutritivo. Castro & Núñez (2016) e Manousidis *et al.* (2016) verificaram que as cabras aumentam o seu consumo de espécies herbáceas durante a primavera.

Neste estudo observou-se que há determinadas espécies que foram selecionadas em todo o ensaio, nomeadamente, a *P. lentiscus*, a *Q. coccifera*, a *O. e. sylvestris* e o *R. lycioides*. Estudos feitos em ovinos e caprinos demonstram que o poder AH da *P. lentiscus* (Landau *et al.*, 2010; Manolaraki *et al.*, 2010), impede o desembainhamento de *H. contortus* e larvas de *T.*

colubriiformis (Brunet & Hoste, 2006). Landau *et al.* (2010) verificaram que a *P. lentiscus* diminui a eliminação de OPG através de uma influência negativa sobre a fertilidade das fêmeas, não eliminando as populações existentes no intestino.

Manolaraki *et al.* (2010) não verificaram efeitos AH em *O. e. sylvestris*, indo de encontro aos resultados obtidos neste ensaio, visto que os taninos para essa espécie são bastante inferiores aos da *P. lentiscus*. No entanto, estes mesmos autores, referem que *P. lentiscus* e *Q. coccifera* foram duas das espécies com maior atividade antihelmintica, apresentando níveis de fenóis totais maiores em relação às restantes. A *Q. coccifera* foi uma espécie arbustiva com elevada proporção na dieta nos últimos dois períodos, o que, em conjunto com a proporção de *P. lentiscus*, poderá estar associado às baixas contagens de OPG obtidas neste último período.

De um modo geral, os resultados obtidos neste estudo, relativamente às espécies vegetais, apoiam a sua potencial utilização no controle das strongiloses gastrointestinais, melhorando a saúde e o bem-estar dos caprinos, devido à presença de metabolitos secundários. Ben Salem *et al.* (2003, 2007, 2008) enfatizaram o interesse de tais recursos arbustivos e arbóreos em zonas montanhosas, áridas e semi-áridas, direcionando-os para alimentação animal. No entanto, num próximo estudo deveria ter-se em conta a quantidade ingerida de cada espécie vegetal, assim como a variação da condição corporal e peso vivo dos animais. Em conclusão, é necessária mais investigação para uma melhor compreensão da natureza da ação dos metabolitos secundários das diferentes espécies vegetais mediterrânicas responsáveis pelos efeitos AH, de modo a documentar o seu efeito sobre os EGI (Manolaraki *et al.*, 2010).

VI CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho concluiu-se que as plantas nutracêuticas, que contêm taninos condensados na sua composição, não eliminam por completo a carga parasitária em caprinos. O consumo de espécies arbustivas interfere de forma direta ou indireta sobre o ciclo de vida dos strongilídeos gastrointestinais, levando a uma redução na sua eliminação e, conseqüentemente, uma redução na contaminação das áreas de pastoreio que os animais frequentaram.

Pelos resultados obtidos ao longo do ensaio, observou-se que a dieta selecionada pelas cabras teve impacto significativo sobre a carga parasitária, visto ter ocorrido uma redução na eliminação de ovos nas fezes das cabras. Assim pode-se considerar que houve uma ação positiva desta vegetação sobre o bem-estar animal. Desta forma, parece possível modular a epidemiologia das strongiloses em caprinos e, ao mesmo tempo, controlar a biomassa existente nas áreas arbustivas. A utilização da vegetação mediterrânica tende a promover a biodiversidade das áreas arbustivas, a evitar a ocorrência de fogos florestais, contribuindo, ainda, para a manutenção de sistemas de produção extensivos sustentáveis.

No entanto, apesar dos resultados deste trabalho serem promissores, mais estudos devem ser realizados, no sentido de se averiguar com maior detalhe quais as espécies que têm maior impacto sobre os strongilídeos gastrointestinais, nomeadamente com testes antihelmínticos *in vitro*, e também procurar a natureza da ação dos metabolitos secundários das espécies vegetais, responsáveis pelos efeitos antihelmínticos.

VII ANEXOS

Quadro A1: Perfil de alcanos e álcoois de cadeia longa das espécies vegetais selecionadas pelos animais

Alimento	Alcanos mg/kgMS									Álcoois mg/kg MS					
	C25	C26	C27	C28	C29	C30	C31	C32	C33	O20	O22	O24	O26	O28	O30
<i>P. lentiscus</i>	27,36	3,85	21,11	7,71	50,82	19,59	222,83	21,22	18,09	4,64	21,88	20,81	60,21	67,69	65,62
<i>Q. coccifera</i>	7,07	3,43	36,24	13,02	210,19	12,16	97,84	7,29	14,03	17,76	141,59	234,65	135,39	34,00	145,03
Sil.Milho	1,47	1,38	4,23	2,61	13,34	3,11	21,16	3,02	14,45	20,12	30,23	32,77	185,16	665,98	319,32
<i>O. sylvestris</i>	9,38	5,94	64,92	21,63	238,19	35,02	361,15	48,79	278,83	5,10	28,75	69,92	100,68	146,52	114,94
<i>Q.cocciferaFN</i>	5,73	2,13	45,81	10,77	226,05	9,15	70,17	5,02	12,63	11,94	50,37	42,62	88,46	62,47	8,83
<i>R. alaternus</i>	6,02	3,03	33,36	9,60	345,57	16,31	276,46	12,30	60,55	6,36	16,76	105,03	272,10	260,33	370,48
<i>R. lycioides</i>	14,74	4,47	86,86	23,76	792,82	70,60	841,15	49,00	170,38	41,34	48,32	95,14	191,67	150,96	487,83
Abril <i>C. albidus</i>	57,98	12,14	203,39	21,87	438,74	13,24	113,81	5,55	15,20	81,26	1253,38	405,82	210,38	98,84	79,60
<i>R. ulmifolius</i>	2,39	2,04	5,69	3,34	23,40	5,80	33,81	10,56	20,27	48,44	325,18	448,37	651,05	1382,34	495,47
<i>U. minor</i>	3,23	3,21	8,68	6,54	92,22	22,97	112,43	12,85	21,89	9,15	28,24	80,40	543,63	510,86	347,46
<i>R. peregrina</i>	4,08	3,11	6,71	8,15	24,42	24,80	107,59	16,67	164,74	137,21	85,58	81,55	197,32	75,45	73,70
<i>Smilax aspera</i>	3,67	2,87	42,78	25,21	392,72	16,93	222,74	9,55	24,08	23,84	29,58	90,82	399,11	761,27	916,93
<i>T. communis</i>	9,65	1,35	17,98	3,84	184,02	13,43	258,07	7,19	14,82	28,59	36,86	63,34	1199,38	167,75	190,05
<i>S. olusatrum</i>	9,98	2,98	17,31	18,15	383,08	33,65	127,77	6,14	6,30	19,80	39,03	186,14	240,52	186,91	218,46
Feno	9,39	2,18	13,48	3,01	69,32	4,61	88,38	4,54	16,73	14,94	21,72	34,33	641,03	99,35	56,54
<i>P. lentiscus</i>	2,78	3,04	6,97	6,06	50,63	30,26	373,90	33,47	29,89	6,01	22,46	50,35	117,50	71,67	63,87
<i>O. sylvestris</i>	10,29	4,21	42,60	15,17	238,42	43,40	419,60	71,35	355,08	8,05	28,51	72,62	91,96	85,93	50,75
<i>Q. coccifera</i>	2,20	1,55	24,41	8,10	184,89	12,32	71,30	4,54	5,57	11,70	92,22	185,90	292,00	64,37	124,87
Maio <i>C. albidus</i>	38,74	8,17	150,71	15,68	344,83	9,48	81,90	3,95	9,67	86,79	1598,21	477,54	195,32	97,19	107,29
<i>R. alaternus</i>	4,61	2,22	34,81	10,08	383,92	25,62	374,98	21,94	69,58	8,81	12,10	73,57	329,19	245,80	412,30
<i>R. lycioides</i>	7,21	2,75	62,98	16,67	635,82	58,56	680,98	25,42	81,14	40,79	47,85	105,11	219,48	156,15	443,39
Feno	12,20	2,58	23,05	4,24	124,73	5,58	109,59	4,74	16,49	16,72	25,68	54,38	610,72	148,99	200,79
Julho <i>P. lentiscus</i>	2,78	3,04	6,97	6,06	50,63	30,26	373,90	33,47	29,89	6,01	22,46	50,35	117,50	71,67	63,87

<i>O. sylvestris</i>	10,29	4,21	42,60	15,17	238,42	43,40	419,60	71,35	355,08	8,05	28,51	72,62	91,96	85,93	50,75
<i>Q. coccifera</i>	2,20	1,55	24,41	8,10	184,89	12,32	71,30	4,54	5,57	11,70	92,22	185,90	292,00	64,37	124,87
<i>M. sativa</i>	3,72	1,88	13,96	4,63	78,71	16,59	468,31	24,76	65,29	27,39	60,18	52,98	367,25	268,26	917,02
<i>U. pubescens</i>	5,79	2,56	13,63	5,97	54,04	9,43	70,22	7,87	16,65	3,82	35,72	139,94	41,77	21,27	38,41
<i>C. intybium</i>	4,39	2,14	13,92	5,50	78,66	15,88	458,64	26,75	67,36	16,04	27,83	78,56	1197,53	218,58	470,12
<i>R. alaternus</i>	5,02	3,88	41,47	15,33	577,61	28,52	355,40	16,32	41,00	17,88	20,02	70,05	186,78	222,96	757,77
<i>R. lycioides</i>	8,94	5,42	34,78	11,61	479,72	38,41	464,98	20,47	61,64	43,64	84,07	80,21	220,28	190,57	803,30
<i>C. corymbosa</i>	5,93	1,96	12,20	5,69	57,57	9,70	37,71	5,77	10,41	7,15	70,31	122,25	191,63	77,87	56,80
<i>C. scoparius</i>	4,05	4,39	18,22	4,02	13,53	2,35	4,80	2,66	3,08	5,14	17,26	18,38	44,55	84,31	54,62

Quadro A2: Proporções da dieta dos animais no primeiro período

Animais	Grupo	<i>P.lentiscus</i>	<i>Q.coccifera</i>	Sil.Milho	<i>O.e.sylvestris</i>	<i>R.alaternus</i>	<i>R.lycioides</i>	<i>R.ulmifolius</i>	<i>U.minor</i>	Feno
1 Verde	A	0,067298	0	0,079539	0,239609	0,160625	0	0,01646	0,04101	0,395459
2 Verde	A	0	0,016268	0	0,112322	0,066513	0,030005	0,076027	0,035374	0,663492
3 Verde	A	0	0,050833	0,112981	0,051248	0,041786	0	0,039568	0	0,703583
1 Amarelo	A	0,018448	0	0	0,060895	0	0,016608	0,124417	0	0,779631
2 Amarelo	A	0	0	0,033881	0,065551	0,016346	0,020025	0,157346	0	0,70685
3 Amarelo	A	0,005751	0	0,047442	0,039259	0	0,022656	0,154735	0	0,730156
1 Branco	A	0,074322	0,035424	0	0,266006	0	0,036933	0,060529	0	0,526786
2 Branco	A	0,15922	0,001938	0	0,359842	0	0,059881	0	0,001252	0,417867
3 Branco	A	0,002432	0	0,026193	0,128385	0	0,047913	0,053609	0	0,741467
1 Azul	A	0,023261	0,070092	0	0,171103	0,044684	0,033794	0,090137	0	0,566929
2 Azul	A	0,058843	0	0,010809	0,305958	0,050455	0,045348	0,080378	0,014406	0,433804
3 Azul	A	0	0,121005	0,040038	0,137207	0,039025	0,019584	0,033972	0,081255	0,527913
Laranja	A	0	0	0	0,143183	0,00394	0	0,074248	0	0,778629

Quadro A3: Proporções da dieta dos animais no segundo período

Animais	Grupo	<i>P.lentiscus</i>	<i>O. sylvestris</i>	<i>e. Q. coccifera</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. lycioides</i>	<i>U. minor</i>	Feno
1 Verde	A	0,192832	0,269699	0,217345	0	0,265814	0,023265	0,031046
2 Verde	A	0,061549	0,377982	0,209539	0	0,162751	0,093235	0,094945
3 Verde	A	0,117466	0,403199	0,102918	0	0,203702	0,118731	0,053984
1 Branco	A	0,170016	0,373381	0,114758	0	0,232411	0,097657	0,011777
2 Branco	A	0	0,353559	0,047762	0	0,478602	0,120076	0
3 Branco	A	0,098373	0,290483	0,241114	0	0,137609	0,220229	0,012192
1Laranja	A	0,176716	0,342945	0,229715	0	0,203121	0,047503	0
1 Azul	A	0,226076	0,197886	0,244807	0	0,244596	0,049277	0,037359
2 Azul	A	0,218871	0,32404	0,160688	0	0,223765	0,059241	0,013394
3 Azul	A	0,11564	0,303177	0,174647	0	0,364855	0,04168	0
1 Amarelo	A	0,173998	0,135943	0,370771	0	0,107976	0,144663	0,066649
2 Amarelo	A	0,135001	0,150306	0,365674	0	0,080267	0,170602	0,098149
3 Amarelo	A	0,170441	0,238527	0,193349	0	0,342617	0,009959	0,045108
A	B	0,130028	0,33318	0,251018	0	0,143344	0,14243	0
B	B	0,129189	0,299541	0,29569	0	0,153179	0,122401	0
C	B	0,027708	0,078939	0,237699	0	0,074128	0,581526	0
D	B	0,208143	0,273335	0,166783	0	0,20294	0,137169	0,011629
E	B	0,138893	0,164687	0,397788	0	0,032252	0,193496	0,072883
F	B	0,022017	0,397191	0,20861	0	0,187475	0,184708	0
4 Verde	B	0,096657	0,499127	0,063316	0	0,128297	0,0787	0,133903
5 Verde	B	0	0,385268	0,182371	0	0,1964	0,114226	0,121734
6 Verde	B	0,16101	0,357484	0,219464	0	0,165237	0,096806	0
4 Branco	B	0,023518	0,395444	0,070959	0	0,222985	0,287094	0
4 Azul	B	0,158915	0,22496	0,25643	0	0,094484	0,158347	0,106865
4 Amarelo	B	0,124811	0,443611	0,156842	0	0,232124	0,01504	0,027572

Quadro A4: Proporções da dieta dos animais no primeiro período

Animais	Grupo	<i>P.lentiscus</i>	<i>O. sylvestris</i>	<i>Q. coccifera</i>	<i>O. pubescens</i>	<i>R. alaternus</i>	<i>R. lycioides</i>	<i>C. intybium</i>	Feno
1 Verde	A	0,326061	0,158706	0,353911	0	0,156041	0	0	0,005281
2 Verde	A	0,165872	0,136936	0,204346	0,300399	0,140548	0,051899	0	0
3 Verde	A	0,297307	0,269459	0,244656	0	0,150185	0	0	0,038393
1 Branco	A	0,267045	0,121761	0,454638	0,037739	0,032482	0,086333	0	0
2 Branco	A	0,282752	0,093866	0,262779	0,190858	0,169745	0	0	0
3 Branco	A	0,337265	0,11864	0,357294	0,029143	0,157658	0	0	0
Laranja	A	0,228163	0,193232	0,366026	0,065006	0,147573	0	0	0
1 Azul	A	0,189586	0,085753	0,196021	0,382166	0,131686	0,014788	0	0
2 Azul	A	0,23776	0,17049	0,244657	0,204653	0,142441	0	0	0
3 Azul	A	0,240224	0,069884	0,222332	0,301263	0,14584	0,020457	0	0
1 Amarelo	A	0,294699	0,207318	0,365543	0	0,126346	0	0	0,006095
2 Amarelo	A	0,255593	0,198723	0,319557	0,024001	0,202125	0	0	0
3 Amarelo	A	0,263061	0,152377	0,239805	0,194562	0,150195	0	0	0
A	B	0,221071	0,11392	0,21169	0,29492	0,105023	0,053375	0	0
B	B	0,210676	0,130015	0,164178	0,33742	0,15771	0	0	0
C	B	0,269691	0,215733	0,395222	0	0,030998	0,068	0	0,020355
D	B	0,130652	0,195417	0,333826	0,191657	0,116905	0,031544	0	0
E	B	0,268195	0,113423	0,32829	0,110775	0,179315	0	0	0
F	B	0,0455	0,357546	0,179244	0,294969	0,073959	0,048782	0	0
4 Verde	B	0,056738	0,164687	0,290494	0,306291	0,027699	0,15409	0	0
5 Verde	B	0,312049	0,092313	0,296675	0,153744	0,145219	0	0	0
6 Verde	B	0,270527	0,155703	0,451332	0	0	0,122438	0	0
4 Branco	B	0,186318	0,277001	0,233238	0,122845	0,180597	0	0	0
4 Azul	B	0,287526	0,190708	0,253406	0,107221	0,161139	0	0	0

4 Amarelo	B	0,235885	0,172208	0,456081	0,042059	0,052316	0,041451	0	0
----------------------------	---	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---	---

VIII BIBLIOGRAFIA

- Almada, D. A. de, Santos, T. A. P. dos, Rodrigues, S. T., & Junior, S. R. X. (2017). Plantas medicinais com propriedades anti-helmínticas utilizadas em caprinos (p. 302). Belém: ANAIS.
- Almeida, L. R. D. E., Castro, A. A. D. E., Jorge, F., & Silva, M. D. A. (2005). Infectantes De Nematóides Gastrointestinais De Ruminantes , 94, 89–94.
- Amorim, S. L. (2016). Ação antiparasitária de plantas medicinais da Amazônia Ocidental sobre nematódeos gastrointestinais de ovinos: Prospeção Fitoquímica , Potencial Antihelmíntico e Análise Toxicológica . Universidade Federal de Campina Grande.
- Andlauer, W., & Fürst, P. (2002). Nutraceuticals: A piece of history, present status and outlook. *Food Research International*, 35(2–3), 171–176. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00179-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00179-X)
- Arume, E. (2010). Domestic Goat (*Capra hircus*) Food Preferences for Alien Hawaiian Plants, (December).
- Askar, A. R., Gipson, T. A., Puchala, R., Tesfai, K., Detweiler, G. D., Asmare, A., ... Goetsch, A. L. (2013). Effects of stocking rate and physiological state of meat goats grazing grass/forb pastures on forage intake, selection, and digestion, grazing behavior, and performance. *Livestock Science*, 154(1–3), 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.02.015>
- Aziz, M. A. (2010). Present status of the world goat populations and their productivity. *Lohmann Information*, 45(2), 42–52.
- Baraza, E., Hódar, J. A., & Zamora, R. (2009). Consequences of plant-chemical diversity for domestic goat food preference in Mediterranean forests. *Acta Oecologica*, 35(1), 117–127. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2008.09.001>
- Basha, N. A. D., Scogings, P. F., & Nsahlai, I. V. (2009). Diet selection by nguni goats in the Zululand thornveld. *South African Journal of Animal Sciences*, 39(SUPPL. 1), 33–36.
- Belo A. T & Pereira M. S. (2002). Caprinos: comportamento alimentar e regime silvopastoril. *Investigação Agrária*, Junho 2002, 58-59
- Ben Salem, H., Ben Salem, I., Nefzaoui, A. & Ben Said, M. S. (2003). Effect of PEG and olive cake feed blocks supply on feed intake, digestion, and health of goats given kermes oak (*Quercus coccifera* L.) foliage. *Animal Feed Science and Technology* 110, 45–59. doi: 10.1016/S0377-8401(03)00215-3.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A. & Makkar, H. P. S. (2007). Feed supplementation blocks for increased utilization of tanniniferous foliages by ruminants. In *Feed Supplementation Blocks. Urea Molasses Multinutrient Blocks: Simple and Effective Feed Supplement Technology for Ruminant Agriculture*. FAO Animal Production and Health Paper (FAO) 164, 185–105.
- Ben Salem, H., Priolo, A. & Morand-Fehr, P. (2008). Shrubby vegetation and agro-industrial by-products as alternative feed resources for sheep and goats: Effects on digestion, performance and product quality. *Animal Feed Science and Technology* 147, 1–2. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.10.001.
- Benavides, R., Celaya, R., Ferreira, L. M. M., Jáuregui, B. M., García, U., & Osoro, K. (2009). Grazing behaviour of domestic ruminants according to flock type and subsequent vegetation changes on partially improved heathlands. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7(2), 417. <https://doi.org/10.5424/sjar/2009072-432>
- Bonanno, A., Grigoll, A. Di, Alicata, M. L., Tornambè, G., Avondo, M., Pagano, R., ... Miceli, G. Di. (2007). Effect of stocking rate on selective behaviour and milk production of Girgentana goats grazing a ryegrass and berseem clover mixture. *Options*

- Méditerranéennes. Série a: Séminaires Méditerranéens, 74(74), 351–357.
- Borges, D. G. L., & Borges, F. A. (2016). Plants and their medicinal potential for controlling gastrointestinal nemátodos in ruminants. *Nematoda*, 3(1), 0–0. <https://doi.org/10.4322/nematoda.00916>
- Brunet, S., & Hoste, H. (2006). Monomers of condensed tannins affect the larval exsheathment of parasitic nemátodos of ruminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(20), 7481–7487. <https://doi.org/10.1021/jf0610007>
- Bugalho, M. (2009). Ecologia alimentar de herbívoros. Retrieved January 24, 2019, from http://naturaLink.pt/article.aspx?menuid=2&cid=29500&bl=1§ion=2&viewall=true#Go_2
- Carolino, I., & Carolino, N. (2019). A importância das raças autóctones em Portugal - Revista Voz do Campo. Retrieved January 27, 2019, from http://vozdocampo.pt/2019/01/10/a-importancia-das-racas-autoctones-em-portugal/?fbclid=IwAR3MkXxWwWW6SAtDWhqjNIOVdtYdLiFOpdFynx_f_KGtTD0Tp82dMaEuuY
- Carvalho, P. C. F., Macari, S., Oliveira, L., Junior, S. J. S., Poli, C. H. E. C., Jochins, F., ... Fischer, V. (2009). Desafios da busca e da apreensão da forragem pelos ovinos em pastejo: construindo estruturas de pasto que otimizem a ingestão. Retrieved from <http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Desafios da busca e da apreensão da forragem pelos ovinos em pastejo: contruindo estruturas de pasto que otimizem a ingestão.pdf>
- Castro, M., & Fernández Núñez, E. (2016). Seasonal grazing of goats and sheep on Mediterranean mountain rangelands of northeast Portugal. *Livestock Research for Rural Development*, 28(5).
- Cei, W., Salah, N., Alexandre, G., Bambou, J. C., & Archimède, H. (2018). Impact of energy and protein on the gastro-intestinal parasitism of small ruminants: a meta-analysis. *Livestock Science*, 212(March), 34–44. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.015>
- Celaya, R., Benavides, R., Garcia, U., Ferreira, L. M. M., Ferre, I., Martínez, A., ... Osoro, K. (2008). Grazing behaviour and performance of lactating suckler cows, ewes and goats on partially improved heathlands, 2(12), 1818–1831. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003224>
- Celaya, R., Ferreira, L. M. M., Moreno-Gonzalo, J., Frutos, P., Hervás, G., Ferre, I., ... Osoro, K. (2010). Effects of heather and oat supplementation on gastrointestinal nemátodo infections and performance of grazing Cashmere goats. *Small Ruminant Research*, 91(2–3), 186–192. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2010.03.013>
- Celaya, R., García, R. R., García, U., Ferreira, L. M. M., Martínez, A., & Osoro, K. (2011). Increase in value of Cantabrian heathland areas through sustainable grazing systems. *San Isidro mountain pass (Asturias-León)*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/234719954%0AIncrease>
- Celaya, R., Martínez, A., Rosa García, R., Ferreira, L. M. M., López López, C., García, U., & Osoro, K. (2013). Sustainable grazing systems for the enhancement of livestock production and biodiversity in less-favored heathland areas of humid northern Spain. *Agricultural Research Updates*, 6, 47–75. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.05.044>
- Celaya, R., Moreno-gonzalo, J., & Lopez, C. (2016). Productive responses of breeding Cashmere goats and their kids to different stocking rates on improved upland pastures. *Journal of Animal Science*, (March). <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0053>
- Celaya, R., Oliván, M., Ferreira, L. M. M., Martínez, A., García, U., & Osoro, K. (2007). Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathland areas. *Livestock Science*, 106(2–3),

- 271–281. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.08.013>
- Costa, V. M. M., Simões, S. V. D., & Riet-Correa, F. (2011). Controle das parasitoses gastrintestinais em ovinos e caprinos na região semiárida do Nordeste do Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(1), 65–71. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2011000100010>
- Decandia, M., Sitzia, M., Cabiddu, A., Kababya, D., & Molle, G. (2000). The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, 38(2), 157–164. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00145-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00145-0)
- Dehority, B. A. (2003). *Rumen Microbiology*. Nottingham University Press, Nottingham, UK.
- DGAV. (2013). *Raças Autóctones Portuguesas*. 1º Edição. Direção-Geral de Alimentação e Veterinária
- Door. (2019). *Agricultura e Desenvolvimento Rural. Produtos de Portugal considerados DOP, IGP e ETG*. Retrieved September 1, 2019 from: https://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?locale=pt&recordStart=0&filter.dossierNumber=&filter.comboName=&filterMin.milestone__mask=&filterMin.milestone=&filterMax.milestone__mask=&filterMax.milestone=&filter.country=PT&filter.category=&filter.type=&filter.status=
- Dove, H., Mayes, R.W. (2005). Using n-alkanes and other plant wax components to estimate intake, digestibility and diet composition of grazing/browsing sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 59, 123–139.
- Dumont, B., Prache, S., Carrère, P., & Boissy, A. (2007). How do sheep exploit pastures ? An overview of their grazing behaviour from homogeneous swards to complex grasslands. *Options Méditerranéennes*, 74, 317–328
- Dziba, I.E., Scogings, P.F., Gordon, I.J., & Raats, J.G. (2003). The feeding height preferences of two goat breeds fed *Grewia occidentalis* L. (Tiliaceae) in the Eastern Cape, South Africa. *Small Rumin. Res.* 47, 31–38.
- FAO. (2016) FAOSTAT Production live animals. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E>. Acesso em: 16 maio.2018
- Ferreira, L. M. M., Celaya, R., Benavides, R., Jáuregui, B. M., García, U., Santos, A. S., ... Osoro, K. (2013). Foraging behaviour of domestic herbivore species grazing on heathlands associated with improved pasture areas. *Livestock Science*, 155(2–3), 373–383. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.007>
- Ferreira, L. M. M., Celaya, R., Santos, A. S., Guedes, C. M. V., Rodrigues, M. A. M., Mayes, R. W., & Osoro, K. (2012). Evaluation of long-chain alcohols as diet composition markers in goats grazing heathland areas. *Animal*, 6(4), 683–692. <https://doi.org/10.1017/S1751731111001881>
- Ferreira, L. M. M., Celaya, R., Santos, A. S., Osoro, K., & Rodrigues, M. (2017). Utilization of Biomarkers to Study the Grazing Behavior of Herbivore Species. *Herbivores*, (March). <https://doi.org/10.5772/67345>
- Ferreira, L. M. M., Hervás, G., Belenguer, A., Celaya, R., Rodrigues, M. A. M., García, U., ... I. (2015). Comparison of feed intake, digestion and rumen function among domestic ruminant species grazing in upland vegetation communities. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(5), 846–856. <https://doi.org/10.1111/jpn.12474>
- Ferreira, L.M.M., Oliván, M., García, U., Rodrigues, M.A.M., Osoro, K., 2005. Validation of the alkane technique to estimate diet selection of goats grazing heather-gorse vegetation communities. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85, 1636-1646.
- Frutos, P., Moreno-Gonzalo, J., Hervás, G., García, U., Ferreira, L. M. M., Celaya, R., ...

- Osoro, K. (2008). Is the anthelmintic effect of heather supplementation to grazing goats always accompanied by anti-nutritional effects? *Animal*, 2(10), 1449–1456. <https://doi.org/10.1017/S1751731108002681>
- Goetsch, A. L., Gipson, T. A., Askar, A. R., & Puchala, R. (2010). Invited review: Feeding behavior of goats. *Journal of Animal Science*, 88(1), 361–373. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2332>
- Gonzalo, J. M. (2013). Efecto antihelmíntico y nutritivo del brezo en ganado caprino.
- Hanley, M.E., Lamont, B.B., Fairbanks, M.M., & Rafferty, C.M. (2007). Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematic*.
- Henderson, G., Cox, F., Ganesh, S., Jonker, A., Young, W., Global Rumen Census Collaborators, & Janssen, P. H. (2015). Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific Reports* 5, 14567.
- Hoste, H., Leveque, H., & Dorchies, P. (2001). Comparison of nemátodo infections of the gastrointestinal tract in Angora and dairy goats in a rangeland environment: Relations with the feeding behaviour. *Veterinary Parasitology*, 101(2), 127–135. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00510-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00510-6)
- Hoste, H., Manolaraki, F., Brunet, S., Arroyo López, C., Martínez-Ortiz de Montellano, C., Sotiraki, S., & Torres Acosta, F. (2011). The anthelmintic properties of tannin-rich legume forages: from knowledge to exploitation in farm conditions. *Options Méditerranéennes. Séries A. Mediterranean Seminars*, 99, 295–304. Retrieved from <http://om.ciheam.org/om/pdf/a99/00801571.pdf>
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., & Aguilar-Caballero, A. J. (2008). Nutrition-parasite interactions in goats: Is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nemátodos? *Parasite Immunology*, 30(2), 79–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.2007.00987.x>
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A., Etter, E., Lefrileux, Y., ... Broqua, C. (2005). Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nemátodos in goats. *Small Ruminant Research*, 60(1–2 SPEC. ISS.), 141–151. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.008>
- Hoste, H., Torres-Acosta, J. F. J., Sandoval-Castro, C. A., Mueller-Harvey, I., Sotiraki, S., Louvandini, H., ... Terrill, T. H. (2015). Tannin containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock, 212, 5–17.
- INE. (2011). Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa.
- INE. (2018). Efetivo caprino (Nº) por localização geográfica (Região Agrária) e categorias (efetivo caprino). Retrieved September 30, 2018, from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000546&c
- Kabasa, J.D., Opuda-Asibo, J., & Ter Meulen, U. (2000). The effect of oral administration of polyethylene glycol on faecal helminth egg counts in pregnant goats grazed on browse containing condensed tannins. *Trop. Anim. Health Prod.* 32, 73–86.
- Lagares, A. F. B. F. (2008). Parasitoses de pequenos ruminantes na região da Cova da Beira. Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária PARASITASES.
- Lama, G. C. M. la, Sepúlveda, W. S., Montaldo, H. H., María, G. A., & Galindo, F. (2011). Social strategies associated with identity profiles in dairy goats. *Applied Animal Behaviour Science*, 134(1–2), 48–55. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.06.004>
- Landau, S., Azaiz, H., Muklada, H., Glasser, T., Ungar, E. D., Baram, H., ... Markovics, A.

- (2010). Anthelmintic activity of *Pistacia lentiscus* foliage in two Middle Eastern breeds of goats differing in their propensity to consume tannin-rich browse. *Veterinary Parasitology*, 173(3–4), 280–286. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.07.006>
- Lomine, M. J., Goniometrie, A. A. L. A., Aubert, M. H., & Morlaas, M. C. (2014). Relation structure/activité de tanins bioactifs contre les nemátodos gastrointestinaux (*haemonchus contortus*) parasites des petits ruminants.
- Macedo, I. T. F., Bevilaqua, C. M. L., de Oliveira, L. M. B., Camurça-Vasconcelos, A. L. F., Morais, S. M., Machado, L. K. A., & Ribeiro, W. L. C. (2012). In vitro activity of *Lantana camara*, *Alpinia zerumbet*, *Mentha villosa* and *Tagetes minuta* decoctions on *Haemonchus contortus* eggs and larvae. *Veterinary Parasitology*, 190(3–4), 504–509. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.07.001>
- Manolaraki, F., Sotiraki, S., Stefanakis, A., Skampardonis, V., Volanis, M., & Hoste, H. (2010). Anthelmintic activity of some Mediterranean browse plants against parasitic nemátodos. *Parasitology*, 137(4), 685–696. <https://doi.org/10.1017/S0031182009991399>
- Manousidis, T., Kyriazopoulos, A. P., Parissi, Z. M., Abraham, E. M., Korakis, G., & Abas, Z. (2016). Grazing behavior, forage selection and diet composition of goats in a Mediterranean woody rangeland. *Small Ruminant Research*, 145, 142–153. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2016.11.007>
- Makkar, H. P. S., Siddhuraju, P., Becker, K. (2007). *Methods in Molecular Biology. Plant Secondary Metabolites*, Humana Press Inc., Totowa, NJ. vol. 393.
- Mendes, C. C. Q. (2010). Produção de ovinos e caprinos em pastagens: hábito alimentar dos animais | Produção | MilkPoint. Retrieved October 18, 2018, from <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/producao-de-ovinos-e-caprinos-em-pastagens-habito-alimentar-dos-animais-60984n.aspx?r=1543087450#>
- Mertens, D.R. (1994). Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy p.450-493.
- Monteiro M. V. B., Bevilaqua, C. M. L., Morais, S. M., Machado, L. K. A., Camurça-Vasconcelos, A. L. F., Campello, C. C., Ribeiro, W. L. C., & Mesquita, M. A. 2011. Anthelmintic activity of *Jatropha curcas* L. seedson *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 182, 259- 263
- Moreno-Gonzalo, J., Ferre, I., Celaya, R., Frutos, P., Ferreira, L. M. M., Hervás, G., ... Osoro, K. (2011). Potential use of heather to control gastrointestinal nemátodos in goats. *Small Ruminant Research*, 103(1), 60–68. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.019>
- Moreno-Gonzalo, J., Manolaraki, F., Frutos, P., Hervás, G., Celaya, R., Osoro, K., ... Ferre, I. (2013a). In vitro effect of heather (*Ericaceae*) extracts on different development stages of *Teladorsagia circumcincta* and *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 197(1–2), 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2013.05.010>
- Moreno-Gonzalo, J., Osoro, K., García, U., Frutos, P., Celaya, R., Ferreira, L. M. M., ... Ferre, I. (2013b). Anthelmintic effect of heather in goats experimentally infected with *Trichostrongylus colubriformis*. *Parasitology Research*, 113(2), 693–699. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3697-4>
- Moreno-Gonzalo, J., Osoro, K., Mateos-Sanz, A., García, U., Frutos, P., Celaya, R., ... Ferre, I. (2009). Effects of heather (*Ericaceae*) supplementation on gastrointestinal nemátodos and live weight changes in naturally-infected Cashmere goats managed under two different stocking rates. *Options Méditerranéennes. Séries A*, (85), 425–430. Retrieved from <http://om.ciheam.org/om/pdf/a85/00801038.pdf>
- Narvaez, N., Brosh, A., & Pittroff, W. (2012). Use of n-alkanes to estimate seasonal diet composition and intake of sheep and goats grazing in California chaparral. *Small*

- Ruminant Research, 104(1–3), 129–138.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.002>
- Odo, B.I., Omeje, F.U., & Okwor, J.N. (2001). Forage species availability, food preference and grazing behavior of goats in southeastern Nigeria. *Small Rumin. Res.* 42, 163–168.
- Oliveira L.M.B., Bevilaqua C.M.L., Morais S.M., Camurca-Vasconcelos A.L.F., & Macedo I.T.F. (2011). Plantas taniníferas e o controle de nematódeos gastrintestinais de pequenos ruminantes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.41, n.11, p.1967-1974.
- Orians, C.M., & Jones, C.G. (2001). Plants as resource mosaics: a functional model for predicting patterns of within-plant resource heterogeneity to consumers based on vascular architecture and local environmental variability. *Oikos* 94, 493–504.
- Osoro, K., Celaya, R., & Martínez, A. (2000). The effect of grazing management of sheep and goats on animal performance and vegetation dynamics in partially improved heath-gorse vegetation. In: Rook, A.J., Penning, P.D. (Eds.), *Grazing Management*. BGS Occasional Symposium No. 34, pp. 135-140.
- Osoro, K., Benito-Peña, A., Frutos, P., García, U., Ortega-Mora, L. M., Celaya, R., & Ferre, I. (2007). The effect of heather supplementation on gastrointestinal nemátodo infections and performance in Cashmere and local Celtiberic goats on pasture. *Small Ruminant Research*, 67(2–3), 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.032>
- Osoro, K., Celaya, R., Moreno-gonzalo, J., Ferreira, L. M. M., García, U., Frutos, P., ... Ferre, I. (2009). Effects of Stocking Rate and Heather Supplementation on Gastrointestinal Nemátodo Infections and Host Performance in Naturally-Infected Cashmere Goats Reviewed work (s): Effects of Stocking Rate and Heather Supplementation o. National Institute of Food and Agricultural Research of Spain, 62(March), 127–135.
- Osoro, K., Ferreira, L. M. M., García, U., Jáuregui, B. M., Martínez, A., Rosa García, R., & Celaya, R. (2013). Diet selection and performance of sheep and goats grazing on different heathlad vegetation types. *Small Ruminant*.
- Osoro, K., Ferreira, L. M. M., García, U., Martínez, A., & Celaya, R. (2015). Forage intake, digestibility and performance of cattle, horses, sheep and goats grazing together on an improved heathland. *Animal Production Science*, 57(1), 102–109. <https://doi.org/10.1071/AN15153>
- Osoro, K., Mateos-Sanz, A., Frutos, P., Garcı, U., Ortega-Mora, L. M., Ferreira, L. M. M., ... Ferre, I. (2007). Anthelmintic and nutritional effects of heather supplementation on Cashmere goats grazing perennial ryegrass-white clover pastures 1. *Animal Science*, 85, 861–870. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-388>
- OVIBEIRA. (2015). Programa de Melhoramento Genético Animal da Raça Charnequeira
- Owen-Smith, N. (1994). Foraging responses of kudus to seasonal changes in food resources: elasticity in constraints. *Ecology* 75, 1050–1062.
- Paolini, V., Bergeaud, J.P., Grisez, C., Prevot, F., Dorchies, Ph., & Hoste, H. (2003a). Effects of condensed tannins on goats experimentally infected with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.* 113, 253-261.
- Paolini, V., Frayssines, A., De la Farge, F., Dorchies, Ph., & Hoste, H. (2003b). Effects of condensed tannins on established populations and on incoming larvae of *Trichostrongylus colubriformis* and *Teladorsagia circumcincta* in goats. *Vet. Res.* 34, 331-339.
- Pereira, G. A., Arruda, H. S., Pastore, G. M. (2018). Modification and validation of Folin-Ciocalteu assay for faster and safer analysis of total phenolic content in food samples, *Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 9, n. 1, p. 125-140, jan./mar
- Pérez-Barbería, F. J. & Gordon, I. J. (1998): Factors affecting food comminution during

- chewing in ruminants: a review. *Biological Journal of the Linnean Society* 63, 233–256.
- Provenza, F.D., Villalba, J.J., Dziba, L.E., Atwood, S.B., & Banner, R.E. (2003). Linking herbivore experience, varied diets, and plant biochemical diversity. *Small Rumin. Res.* 49, 257–274.
- Rosa, A.A., Chirgwin, S.R., Fletcher, J., Williams, J.C., & Klei, T.R. (2005). Exsheathment of *Ostertagia ostertagi* infective larvae following exposure to bovine rumen contents derived from low and high roughage diets. *Vet. Parasitol.*, 129, 77–81.
- Rosa García, R., Celaya, R., García, U., & Osoro, K. (2012). Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminant Research*, 107(2–3), 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.03.021>
- Šarić, T., Rogošić, J., Provenza, F., Župan, I., Tkalčić, S., Franin, K., ... Herceg, N. (2014). Mediterranean shrub diversity and its effect on food intake in goats. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3), 582–587. <https://doi.org/10.4081/ijas.2014.3299>
- Silanikove, N., Tagari, H., & Shkolnik, A. (1993) Comparison of rate passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert black Bedouin goats as compared to Swiss Saanen goats. *Small Ruminant Research* 12, 45–60.
- Silva, J. L., Guim, A., Ferreira, M. A., & Soares, L. F. P. (2016). Forragens taniníferas na produção de caprinos e ovinos. *Archivos de Zootecnia*, 65(252), 605–614.
- Sun, Z., Zhou, D., Ferreira, L. M. M., Zhong, Q., & Lou, Y. (2008). Diet composition, herbage intake and digestibility in Inner Mongolian Cashmere goats grazing on native *Leymus chinensis* plant communities. *Livestock Science*, 116(1–3), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.09.018>
- Thienpont, D., Rochette, F. & Vanparijs, F. J. (1986). Diagnosing Helminthiasis by Coprological Examination. Janssen Research Foundation
- Terrill, T. H., Dykes, G. S., Shaik, S. A., Miller, J. E., Kouakou, B., Kannan, G., ... Mosjidis, J. A. (2009). Efficacy of sericea lespedeza hay as a natural dewormer in goats: Dose titration study. *Veterinary Parasitology*, 163(1–2), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2009.04.022>
- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., & Jennings, F.W. (1996). *Veterinary Parasitology*, 2nd ed., Oxford. 307 pp.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*, 2th ed., Cornell University Press, New York.
- Villalba, J. J., Miller, J., Ungar, E. D., Landau, S. Y., & Glendinning, J. (2014). Ruminant self-medication against gastrointestinal nemátodos: evidence, mechanism, and origins. *Parasite*, 21, 31. <https://doi.org/10.1051/parasite/2014032>
- Wang, T., Van Wyk, J. A., Morrison, A. & Morgan, E.R. (2014). Moisture requirements for the migration of *Haemonchus contortus* third stage larvae out of faeces. *Vet. Parasitol.*, 204, 258–264.
- Yoshihara, E., Minho, A. P., & Yamamura, M. H. (2013). Efeito anti-helmíntico de taninos condensados em nematódeos gastrintestinais de ovinos (*Ovis aries*). *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6 SUPPL. 2), 3935–3950. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p3935>
- Zajac, A. Z., & Conboy, G. A. (2012). How To Do The Modified McMaster Fecal Egg Counting Procedure. *Veterinary Clinical Parasitology*, 5(8), 8–11.