

Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

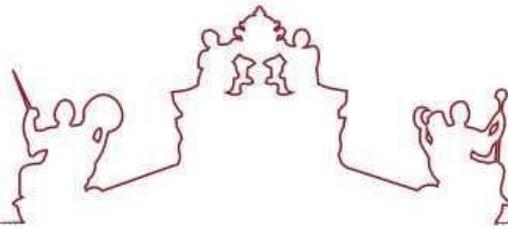
Dissertação

Sistemas de produção de ruminantes baseados em pastagens e forragens em clima mediterrânico em Portugal: uma revisão bibliográfica.

Diogo de Jesus Sousa

Orientador | Ricardo Joaquim Freixial

Évora 2024



Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

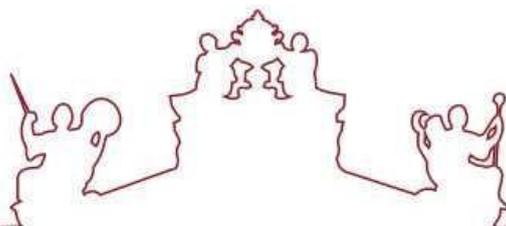
Dissertação

Sistemas de produção de ruminantes baseados em pastagens e forragens em clima mediterrânico em Portugal: uma revisão bibliográfica.

Diogo de Jesus Sousa

Orientador | Ricardo Joaquim Freixial

Évora 2024



A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | José Manuel Martins (Universidade de Évora)

Vogais | Maria Isabel Ferraz de Oliveira (Universidade de Évora) (Arguente)

Ricardo Joaquim Freixial (Universidade de Évora) (Orientador)

Sistemas de produção de ruminantes baseados em pastagens e forragens em clima mediterrânico em Portugal: uma revisão bibliográfica.

Resumo

As áreas com pastagens ocupam presentemente mais de 50% da superfície agrícola útil em Portugal, desta forma as pastagens e as forragens constituindo a base alimentar dos ruminantes são muito importantes para a sustentabilidade agronómica ambiental e económica dos sistemas de produção. Pretende-se nesta dissertação abordar esses sistemas e as técnicas de exploração que permitem torná-los eficientes e sustentados.

Palavras-chave: Segurança alimentar; Pastagens; Forragens; Ruminantes; Clima Mediterrâneo.

Animal production systems with ruminants based on pasture and forage in a Mediterranean climate: a literature review.

Abstract

Pasture areas currently occupy more than 50% of the useful agricultural surface in Portugal, therefore pastures and forages, which form the food base for ruminants, are very important for the agronomic, environmental and economic sustainability of production systems. This dissertation aims to address these systems and the exploration techniques that make them efficient and sustainable.

Keywords: Food security; Pastores; Forages; Ruminants; Mediterranean climate.

Índice

1. Introdução -----	1
2. Revisão bibliográfica -----	5
2.1. Conceito e importância das pastagens -----	5
2.1.1. Conceito de pastagem -----	6
2.1.1.1. Definição e Classificação das Pastagens -----	8
2.1.2. Importância das pastagens -----	10
2.1.3. A problemática da produção de pastagens nas condições Mediterrâneas -----	14
2.2. Importância das Forragens -----	20
2.2.1 A problemática da produção de forragens -----	21
2.2.2 Principais opções forrageiras em sequeiro -----	22
2.2.3 A Conservação de forragens, as perdas e os custos associados -----	25
2.2.3.1. Formas de conservação de forragens -----	25
2.2.3.2. Perdas na conservação de forragens desidratada -----	27
2.3. Melhoria sustentada de sistemas de produção de ruminantes em condições mediterrâneas -----	33
2.3.1. A ocupação da SAU em Portugal -----	34
2.4. Produção de pastagens em solos ácidos e a sua fertilização e correção -----	37
2.5. Pastagens Biodiversas Ricas em Leguminosas nas Condições do Sequeiro Mediterrâneo -----	41
2.5.1. Pastagens biodiversas: Quantidade, qualidade, estabilidade produtiva e resiliência --	44
2.6. Importância da sementeira direta na introdução de novas espécies/cultivares na pastagem -----	46
2.6.1. A sementeira direta em novas áreas -----	50
2.6.1.1. A instalação de pastagens com sementeira direta -----	51
2.7. Pastagens de regadio em condições mediterrâneas -----	55
2.7.1. Principais opções forrageiras de regadio -----	59
2.8. O ambiente e a produção de carne com ruminantes nas condições mediterrâneas -----	61
2.8.1. Pecuária extensiva: um contributo para a sustentabilidade -----	62
2.8.2. Agricultura regenerativa -----	66
2.8.2.1. A influencia do montado e da floresta na sustentabilidade da produção de ruminantes -----	68
2.9. Maneio da pastagem -----	70

2.10. Coprófagos, espécie indicativa do ciclo de nutrientes na pastagem -----	75
2.10.1. Benefícios dos escaravelhos coprófagos -----	76
2.10.2. Os efeitos secundários dos parasiticidas -----	79
2.11. Alimentos alternativos com base em produtos animais -----	84
3. Conclusão -----	87
4. Bibliografia -----	90
5. Webgrafia -----	106

Lista de Quadros e tabelas.

Tabela 2.6.1- Evolução do teor em Carbono de um solo em % ao longo do tempo -----48

Lista de Figuras.

Figura 2.1.1 - Utilização das terras aráveis, em ênfase o crescimento dos prados temporários e culturas forrageiras, por Região Agrária (variação 2009-2019) -----	5
Figura 2.1.2.1 - Montado com substrato herbáceo -----	11
Figura 2.1.2.2 - Montado sem substrato herbáceo -----	11
Figura 2.1.2.3 - Efeito do manejo num prado de três anos na produção posterior de trigo sem adubação -----	13
Figura 2.1.3.1 - Gráfico da distribuição da temperatura e precipitação ao longo do ano -----	15
Figura 2.1.3.2. - Curva de Produção de Pastagem nas condições de sequeiro (a) com primeiras chuvas cedo e (b) com primeiras chuvas tardias -----	16
Figura 2.1.3.3. - Curva de Produção de Pastagem nas condições de regadio do clima Mediterrâneo -----	18
Figura 2.3.1 - Evolução da escolha de culturas temporárias ao longo de 1989-2019 -----	33
Figura 2.4.1 - <i>Rumex</i> (erva azeda), espécie mais adaptadas a solos ácidos -----	37
Figura 2.4.2 - <i>Chamaemelum</i> (Margaça), espécie mais adaptadas a solos ácidos -----	37
Figura 2.4.3 - Crescimento do trigo em função da razão Mg/Mn da concentração interna dos dois iões na planta -----	39
Figura 2.5.1 - Cardos, plantas espinhosas não apreciadas pelos ruminantes -----	41
Figura 2.5.2 - Pastagem Biodiversa Ricas em Leguminosas (esquerda) -----	43
Figura 2.5.3 - Pastagem Biodiversa Ricas em Leguminosas (direita) -----	43
Figura 2.6.1 - Sementeira direta, em solo com resíduos, sem mobilização -----	46
Figura 2.6.2 - Vista lateral de uma máquina de sementeira direta -----	47
Figura 2.6.3 - Vista traseira de uma máquina de sementeira direta -----	47
Figura 2.6.1.1.1 - A sementeira após as primeiras chuvas proporcionando à vegetação espontânea uma maior capacidade competitiva que a semeada -----	52
Figura 2.6.1.1.2 - Bovinos na pastagem, sem problemas de transitabilidade na Primavera devido a falta de mobilização dos solos -----	53
Figura 2.7.1 - Produtividade de matéria seca ou proteína de várias espécies ou consociação de espécies em relação ao m ³ de água regados -----	55

Figura 2.7.2 - Perda total acumulada de solo nos testes de chuva contínua, de longa duração (90 min), nos tratamentos estudados. Num estudo feito no Brasil, Eldorado do Sul, chuva simulada sobre um Argissolo Vermelho distrófico típico, de textura francoargilo-arenosa e declive de 0,07 m/m ⁻¹ . Demonstrando a grande diferença que a cobertura têm na prevenção da erosão do solo -----	58
Figura 2.7.1.1. - Comparação de custos com fatores de produção importados entre a silagem de milho e de triticales na herdade da Parreira -----	59
Figura 2.8.1.1 - Ciclo do Carbono nos sistemas extensivos de pastoreio -----	65
Figura 2.9.1 - Danos causados pelos ruminantes a pastoreio quando o solo ainda está muito húmido e plástico, provocando danos estruturais e prejudicando o crescimento da pastagem - -----	71
Figura 2.9.2 - Zonas de fraco potencial de crescimento de pastagem devido a barragem do solo que impede a regeneração da pastagem devido ao pisoteio dos ruminantes enquanto este estava encharcado -----	71
Figura 2.9.3 - Pastagem bem pastoreada no final do verão, com as sementes bem aconchegadas no solo -----	72
Figura 2.9.4 - Regeneração natural, de uma pastagem, sem pasto antigo que impeça o seu desenvolvimento -----	72
Figura 2.9.5 - Representação dos sistemas de pastagem, A - sistema continuo B - sistema rotacional simples, e C - Sistema rotacional intensivo -----	72
Figura 2.10.1 - Distribuição dos ninhos dos diferentes tipos de coprófagos -----	76
Figura 2.10.1.1 - Semente não digerida a emergir nos excrementos -----	77
Figura 2.10.1.2 – Dispersão de excrementos por correntes -----	79
Figura 2.11.1 - O papel dos insetos na economia circular -----	85

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.

CBPA - Código de Boas Práticas Agrícolas.

CO₂ - Dióxido de carbono.

DGADR - Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural.

EU - União Europeia.

FAO - Food and Agriculture Organization.

FBRL - Forragens biodiversas ricas em leguminosas.

Fig. - Figura.

GEE - gases de efeito de estufa.

ha - hectare.

hm³ - Hectómetro cúbicos.

INE - Instituto Nacional de estatística.

LC50 - Concentração letal mediana.

m³ - Metro cubico.

MAD - Matéria azotada digestível.

Mg – Magnésio.

MLs - Gama de compostos de lactona macrocíclica.

Mn - Manganês.

MO - Matéria orgânica.

MS - Matéria seca.

Mt - Milhões de toneladas.

ng - Micrograma.

NREAP - Novo Regime do Exercício da Atividade Pecuária.

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico.

Pág. - página.

PB – Proteína bruta

PBRL - Pastagens biodiversas ricas em leguminosas.

pp. - página.

SAU - Superfície Agrícola Utilizada.

SD - Sementeira direta.

SPs - Piretróides sintéticos.

UC - Unidades Curriculares.

UFs - Unidades forrageiras.

UTA - Unidade de Trabalho Ano.

VPPT - Valor de Produção Padrão Total.

1.Introdução

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico/ Food and Agriculture Organization (OECD/FAO, 2021), o consumo de carne na próxima década está previsto aumentar 14% mundialmente, quando comparado com a média de 2018-2020, impulsionado em grande parte pelo crescimento populacional e subidas do rendimento em países em desenvolvimento. O aumento de consumo previsto que resulta do maior consumo de carne de bovinos (+5.9%), suínos (+13.1%), aves de capoeira (+17.8%) e ovinos (+15.7%). Em contracorrente, em países de elevado rendimento, prevê-se a estagnação de consumo de carne per capita, sendo dado maior preferência a cortes de melhor qualidade, devido a alterações de preferências do consumidor, populações mais envelhecidas e um menor crescimento populacional.

Segundo o mesmo autor (OECD/FAO, 2021), em 2030, prevê-se que globalmente 41% da proteína proveniente de carne seja de aves, 34% de suínos, 20% de bovinos e 5% de ovinos. A produção global de bovinos, prevê-se que cresça até 75 Mt até 2030, um crescimento de 5.8%, sendo este fraco crescimento devido á preferência do consumidor por carne de aves. Na Europa prevê-se uma diminuição de 5% na produção de carne de bovino, devido a: (i) um decréscimo do inventário de bovinos de leite responsáveis por $\frac{2}{3}$ da carne de bovino, (ii) uma escalada de competição no mercado de exportação, (iii) uma redução da procura interna e (iv) ao seu baixo rendimento da atividade de produção.

Entretanto, em Portugal segundo o Instituto Nacional de estatística (INE, 2021a), em 2019 foram contabilizados mais de 1.5 milhões de bovinos, ou seja, um aumento de 10.6% face a 2009, mostrando o crescimento do mercado de carne bovina. Pelo contrário, o efetivo de bovinos leiteiros diminuiu 11.8% na última década, contabilizando 245.5 mil cabeças. No efetivo ovino, não existiu grande variação no número de cabeças, mas tal como nos bovinos, o número de explorações de grande e média dimensão aumentou e as explorações de menos 10 cabeças diminuíram. Também em concordância com os bovinos leiteiros o número de ovinos leiteiros sofreu um decréscimo de 32.9%, na década desde 2009. O efetivo caprino, ao contrário dos outros dois grupos de ruminantes, decresceu 11.5% perdendo quase 50 mil cabeças desde 2009, mas mantém a tendência do aumento das grandes explorações, a extinção das pequenas e o decréscimo acentuado no efetivo de caprinos leiteiros.

Continuando a citar o INE (2021a), quase metade da superfície geográfica da União Europeia28 (EU), (47,1%) está ocupada por explorações agrícolas sendo que em Portugal

esse valor ultrapassa os 50% (55,5% em Portugal). Uma grande parte destas unidades produtivas da UE28 (40,6%), produz maioritariamente para autoconsumo. Entretanto, a agricultura portuguesa é pouco produtiva quando comparada com a média da UE28. Em 2016, a produtividade média da mão de obra agrícola na UE28 foi 39,6 mil euros de valor de Produção Padrão Total (VPPT) por unidade de trabalho ano (UTA), 1,8 vezes superior à apurada em Portugal. Também a eficiência da mão de obra agrícola, expressa na superfície agrícola utilizada (SAU) por UTA, embora dependente do tipo de sistema produtivo, é 1,5 vezes superior na UE28, onde cada UTA trabalha em média 18,8 hectares de SAU, mais 6 hectares do que em Portugal.

Segundo Crespo (2006), as pastagens e as forragens são a base alimentar dos ruminantes. Esse facto, é muito determinante em afirmar Portugal como um país com grande potencial na produção de ruminantes, pois o INE (2021a) refere que Portugal é o único país dos Estados Membros, onde a ocupação das pastagens permanentes é a mais expressiva, mesmo que a maioria dessas pastagens permanentes não apresentam qualquer tipo de intervenção agronómica adubações, regas, entre outras.

Em 2020, citando novamente INE (2021a), apesar da superfície agrícola ter aumentado 4.3% desde 2009 atingido 55.5% da superfície territorial Portuguesa, da qual 77.4% faz parte da SAU (Superfície agrícola utilizada), que corresponde a 4 milhões de hectares, mais de metade, 51.7% (+3% comparado a 2009), desses já são ocupados por pastagens permanentes, ganhando superfície juntamente com as culturas permanentes (+2.9%) devido a perda das terras aráveis 26.2% (-5.8%), uma tendência que já se tem sentido nas décadas anteriores. As pastagens permanentes semeadas e as espontâneas melhoradas, representam apenas 28.4% das pastagens permanentes, aumentando em cerca de 132 mil hectares desde 2009 onde representavam 25.2%, resultando num recuo de 5% das pastagens pobres passando a representar 68.8%, um número que continua a ser bastante elevado. Nas terras aráveis, que correspondem a 26.2% da SAU as pastagens temporárias e as culturas forrageiras também representam a sua grande ocupação, com 49.8% da sua área, o que significa que 64.8% em 2019 da SAU está destinada à produção de ruminantes [(51.7% de pastagens permanentes) +(49.8% de 26.2% da SAU que corresponde a pastagens temporárias e culturas forrageiras)]. Globalmente a mão de obra agrícola baixou 14,4% na década seguinte a 2009. Este decréscimo foi devido a vários fatores como a melhoria da eficiência do trabalho, designadamente o redimensionamento e a empresarialização das explorações e a extinção das pequenas explorações agrícolas onde o proprietário era a única

mão de obra.

Varenes (2003) citado por Esteves (2013), refere que, ao longo do séc. XX foi necessário aumentar a produtividade da agricultura, devido ao aumento exponencial da população, que foi obtido sobretudo através do uso do melhoramento genético das espécies produzidas, aplicações de grandes quantidades de adubos e agroquímicos nos solos e a transformação, facilitada pela mecanização agrícola, de solos anteriormente dedicados a pastagens e florestas, independentemente da sua aptidão agrícola, em terrenos agrícolas. A intensificação da agricultura nesses anos, levou á redução da capacidade produtiva e da qualidade dos mesmos no futuro, comprometendo a sua sustentabilidade, e conduzindo à sua degradação, devido á destruição do coberto vegetal através do sobrepastoreio, desflorestação, más técnicas agrícolas, sobre-exploração e industrialização que favorece a destruição dos solos pelos agentes atmosféricos, causando erosão e conseqüentemente a perda de parte ou da totalidade da camada arável, rica em matéria orgânica, mineral e organismos, que em casos extremos pode causar a desertificação. A desertificação provo conseqüências ainda mais trágicas, como a perda de biodiversidade e o abandono dos solos, devido à sua falta de produtividade, causando o despovoamento dessas áreas devido a pobreza e falta de emprego.

No presente, de acordo com Carvalho (2018a), os solos agrícolas portugueses, tem geralmente baixa fertilidade, particularmente aqueles onde se situam os montados. O clima, a natureza da rocha mãe e a topografia são as principais causas naturais, que juntamente com as causas antropomórficas do século passado, esgotaram os solos, deixando-os, ácidos e pouco férteis, devido á sua baixa capacidade de troca catiónica, baixa saturação de bases e fraco teor de matéria orgânica.

Segundo o INE (2021b), apesar da produção de carne em Portugal, ter aumentado a um ritmo médio anual de 1,7% no período 2017-2020, só permitiu satisfazer 80.0% das necessidades de consumo do mercado interno em 2020. Entre 2017-2020, foi nas aves que Portugal, teve um grau de autoaprovisionamento mais elevado com 86.9%, e nos bovinos onde foi mais deficitário produzindo apenas 53.3% das necessidades Portuguesas. Em contrapartida, em 2020, foi nos ovinos e caprinos, onde Portugal, teve um maior autoaprovisionamento a rondar os 90%, muito devido ao decréscimo em 12% do seu consumo, o que também aconteceu com a carne de suíno (-7.4%), fixando o seu autoaprovisionamento em 80%. No entanto, os valores relativos às aves e suínos, não demonstram a realidade, pois a alimentação destes animais é muito dependente de cereais, um

setor onde Portugal têm baixas produções produzindo regularmente apenas 20,5% do que o País usa.

O objetivo desta dissertação é rever práticas associadas ao aumento da produção e melhoramento da qualidade das pastagens e forragens em Portugal, para aumentar a quantidade e qualidade da base da alimentação dos sistemas de produção de ruminantes, que permitiram um melhor desempenho dos ruminantes sem que as explorações estejam tão dependentes de alimentos comprados.

A metodologia utilizada nesta dissertação foi uma pesquisa bibliográfica em obras e artigos sobre trabalhos na especialidade complementadas com recurso a pesquisa no Google e Google Scholar, quer em português ou inglês por palavras chave incluídas no título como pastagens, forragens, conservação de forragem, produção de ruminantes, pastagens biodiversas, pastagens em solos ácidos, sementeira direta, regadio de pastagens e forragens, sustentabilidade da produção de ruminantes, sistema agrosilvopastoril, manejo de pastagens, coprófagos e alimentos alternativos juntamente com as palavras chave Portugal e/ou clima mediterrâneo.

Ao longo desta dissertação foram usadas 166 referências bibliográficas, das quais 103 são artigos científicos, 12 livros, 13 guias informáticos, 9 apresentações de conferências, 7 textos de apoio a unidades curriculares, 7 artigos de jornal, 6 relatórios, 3 dissertações de mestrado, 3 decretos lei do diário da República, 2 glossários e 1 manifesto.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Conceito e importância das pastagens.

Conforme já foi referido, para Crespo (2006), as pastagens e as forrageiras são a base alimentar dos ruminantes.

Por outro lado, na SAU, as pastagens temporárias e as culturas forrageiras também demonstram a sua grande presença nas terras aráveis (terras frequentemente mobilizadas e que se destinam a culturas temporárias de sementeira anual e geralmente associadas a um sistema de rotação cultural), ocupando 50% da sua área (fig. 2.1.1), o que juntamente com os 51,7% alocados para pastagens permanentes significa que 63,8% (51,7% das pastagens permanentes + (50% das terras aráveis)) da área da SAU está destinada à produção de ruminantes (INE, 2021a).

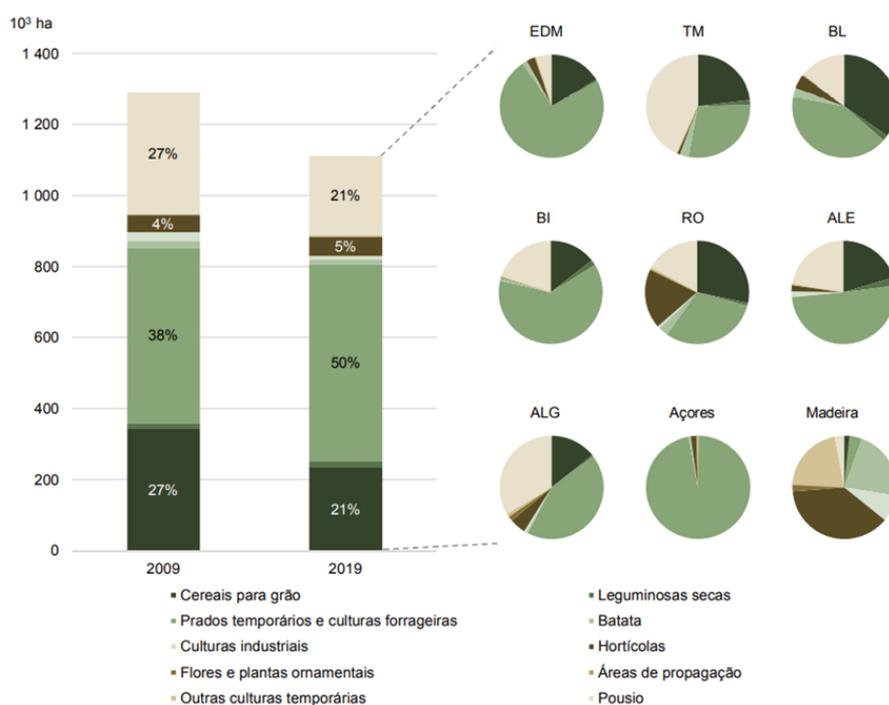


Figura 2.1.1 – Utilização das terras aráveis, em ênfase o crescimento dos prados temporários e culturas forrageiras, por Região Agrária (variação 2009-2019). **Fonte:** INE (2021a).

2.1.1. Conceito de pastagem.

Estando uma parte significativa da SAU destinada à produção de ruminantes e sendo as pastagens e as forragens a sua base alimentar fará sentido a abordagem e a discussão acerca da problemática da produção de pastagens e de forragens e da sua importância nos sistemas de produção animal com ruminantes nas condições mediterrâneas.

Assim, Moreira (2002) refere que se consideram pastagens, prados ou culturas pratenses as culturas ou comunidades de plantas geralmente herbáceas, aproveitadas predominantemente no próprio local em que crescem, pelos animais em pastoreio, criando-se uma interação dinâmica. Numa perspetiva do dinamismo criada pela dependência mútua entre a produção animal e a produção de pastagens e forragens, entende que as pastagens, aproveitadas pelas várias espécies de animais de interesse zootécnico de distintas formas em função das suas especificidades anatómicas e fisiológicas, estão sujeitas por estes a ações de desfoliação, pisoteio e dejeção enquanto pastoreiam, repousam e são eventualmente suplementados.

Para Zanine et al. (2006), referidos no Glossary National Range and Pasture Handbook (Butler et al., 1997), pastagem é um “tipo de unidade de manejo de pastagem, fechada e separada de outras áreas por uma cerca ou outra barreira, e destinada à produção de forragem para ser colhida principalmente por pastoreio”. Com efeito, uma área de pastagem fechada e separada de outras áreas por cercas ou outras barreiras; a unidade de gestão de pastagens. Nesta publicação de 1997 o termo pastagem é considerado ainda como, sendo qualquer área dedicada à produção de forragem, natural ou introduzida pastoreada, plantas forrageiras usadas como alimento para animais em pastoreio e ainda pastagens compostas por espécies natural introduzidas ou domesticadas que são utilizadas principalmente para a produção de ruminantes e que recebem renovação periódica e / ou tratamentos como preparação do solo, fertilização, corte, controle de infestantes e podem ser irrigados. Estas não estão em rotação com outras culturas.

Os autores Moreira (2002) e Freixial e Barros (2012a) referindo-se às características das plantas mais adaptadas para pastoreamento, escrevem que as pastagens são essencialmente constituídas por plantas herbáceas, leguminosas e gramíneas de porte prostrado ou semi-prostrado, este porte é o que melhor se adapta e permite o aproveitamento das pastagens preferencialmente através do pastoreio sem causar danos mecânicos ou interrupções ao crescimento, desenvolvimento e persistência das plantas. Apresentam ainda, uma elevada densidade de vegetação (número de plantas/ m²), um menor desenvolvimento

em altura e maior concentração de biomassa próximo da superfície do solo e por unidade de volume da vegetação. Freixial e Barros (2012a), realçam que estas pastagens, de baixa estrutura, ou seja, de porte prostrado a sub-prostrado, têm resistência ao pastoreio e ao pisoteio dos animais. Referem, ainda, a existência de vegetação arbustiva denominada por arbustos forrageiros, nas zonas mais problemáticas e com carências de oferta alimentar, utilizada não só para parte da alimentação animal, mas tornando-se a base da dieta dos rebanhos que ocupam essas zonas quer sazonalmente ou durante a maior parte do ano. Esta situação costuma verificar-se em algumas regiões áridas ou semiáridas do Mediterrâneo (Sul da Europa ou Norte de África).

Em termos da ocupação dos terrenos por períodos de tempo longos, Moreira (2002) e Freixial e Barros (2012a), classificam estas pastagens em permanentes ou temporárias, corroboram mencionando que a pastagem permanente poderá perdurar enquanto as suas características qualitativas, quantitativas e de persistência o permitir, constatando que as pastagens permanentes não possuem uma duração fixa em termos de número de anos, não estão em rotação com outras culturas e quando o seu potencial e persistência se perdem, são normalmente melhoradas ou substituídas por outra pastagem semeada. Por outro lado, estes autores referem que as pastagens temporárias estão normalmente incluídas em rotações agronomicamente coerentes com outras culturas, tendo por isso uma duração mais curta e variável, em função dos objetivos e critérios adotados para a rotação. Nesta linha de pensamento, Moreira (2002) complementa que, enquanto que as primeiras estão indicadas para solos sem aptidão agrícola, as segundas destinam-se a solos com aptidão para culturas ditas aráveis.

Numa outra perspetiva, tanto Moreira (2002), como Freixial e Barros (2012a) ainda classificam as pastagens como sendo naturais ou espontâneas quando são constituídas por espécies que asseguram a sua presença e vegetam sem terem sido introduzidas pelo Homem através de sementeira. Estas pastagens apresentam por vezes uma boa composição florística (espécies bem-adaptadas do ponto de vista edafoclimáticas), um bom potencial quantitativo, qualitativo e com garantia de persistência, pelo que deverão ser exploradas dessa forma com um manejo e fertilização corretos. Por sua vez as pastagens melhoradas e as semeadas são como o nome indica, resultantes da sementeira pelo Homem de plantas selecionadas.

Em termos de regime hídrico, Freixial e Barros (2012a), referem que as pastagens podem ser distinguidas em pastagens de sequeiro e de regadio. Relativamente à primeira, estas apenas beneficiam da água que é proveniente da precipitação que ocorre, para a sua

produção, o que nas condições Mediterrâneas, pela sua escassez e sobretudo pela irregularidade, limita o potencial produtivo e as épocas de utilização. No segundo caso, o regadio permite através do fornecimento de água, a constituição de pastagens de regadio, utilizando espécies distintas das utilizadas nas pastagens referidas anteriormente, estas garantem uma oferta alimentar quantitativamente superior e por sua vez mais regular ao longo do ano. Em condições Mediterrânicas constitui uma mais-valia com muito interesse para os sistemas agropecuários com base em ruminantes.

Em complemento do atrás referido e segundo refere Moreira (2002), as distinções entre os conceitos apresentadas não significam que haja uma fronteira rigorosa e indiscutível entre eles. Existe uma realidade contínua e de transição gradual entre tipos ou grupos distintos, como acontece, em geral, no domínio biológico.

2.1.1.1. Definição e Classificação das Pastagens.

Na perspetiva do INE (2024), entende-se por:

“Pastagens permanentes, plantas semeadas ou espontâneas, em geral herbáceas, destinadas a serem comidas pelo gado no local em que vegetam, mas que acessoriamente podem ser cortadas em determinados períodos do ano. Não estão incluídas numa rotação e ocupam o solo por um período superior a 5 anos”.

“Pastagens permanentes em terra limpa, terras ocupadas com erva ou outras forrageiras herbáceas, quer cultivadas (semeadas) quer naturais (espontâneas), não incluídas nos sistemas de rotação da exploração por um período igual ou superior a cinco anos e que não estão associadas ou sob coberto de nenhuma cultura permanente (pomares, olivais, vinhas), ou de matas e florestas”.

“Pastagens permanentes espontâneas melhoradas e semeadas, pastagens semeadas ou de crescimento espontâneo, que são melhoradas por adubações, cultivos, sementeiras ou drenagens”.

“Pastagens permanentes espontâneas pobres, pastagens permanentes de crescimento espontâneo utilizadas, periódica ou permanentemente, para alimentação de gado que não são melhoradas por adubações, cultivos, sementeiras ou drenagens; situam-se frequentemente em zonas acidentadas”.

“Pastagens permanentes regadas, pastagens permanentes regadas, pelo menos uma vez ao longo do ano, quer se encontrem em terra limpa, quer sob coberto de matas e florestas. Por

definição, só as pastagens espontâneas e semeadas se consideram como regadas”.

Segundo o INE (2021a), em 2019 existiam 3963.945 hectares (ha) de pastagens permanentes, das quais 1153.954 ha, representando 55% das pastagens permanentes, em “terra limpa” (terras ocupadas com plantas ou outras forrageiras herbáceas, quer cultivadas (semeadas) quer naturais (espontâneas), não incluídas nos sistemas de rotação da exploração por um período igual ou superior a cinco anos e que não estão associadas ou sob coberto de nenhuma cultura permanente, ou de matas e florestas). Das pastagens permanentes, em “terra limpa” 395.156 ha foram classificados como “espontâneas melhoradas e semeadas”, os restantes 758.798 ha foram classificados como “espontâneas pobres”, pode-se ainda acrescentar a estas áreas de “espontâneas melhoradas e semeadas” as pastagens permanentes sob o coberto de matas e florestas com 190.758 ha e as sob o coberto de culturas permanentes 8.346ha. As pastagens permanentes regadas são uma área bem mais pequena representando apenas 9.9% da área regada o que corresponde a 62.419,5 ha.

Podemos encontrar no “Novo Regime do Exercício da Atividade Pecuária (NREAP)” (Decreto – lei nº 81) 2013 de 14 Junho, da Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR) e em vigor, uma outra abordagem sobre esta temática: “Conceito de pastagem biodiversa (Código boas praticas agrícolas - CBPA (2018), Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro), pastagem permanente com elevada diversidade florística, constituída homoganeamente por pelo menos 30 % de leguminosas e seis espécies ou variedades distintas de plantas, na primavera”.

“Pastagem permanente, a terra permanentemente ocupada (por um período igual ou superior a cinco anos) com culturas forrageiras herbáceas, quer cultivadas (semeadas) quer naturais (espontâneas), que não estejam incluídas no plano de rotação da exploração. Nota: A terra pode ser utilizada para pastagem ou ceifada para silagem ou feno. Inclui: Prados e pastagens, excluindo pastagens pobres”.

“Pastagem permanente de sequeiro, as terras ocupadas com erva ou outras forrageiras herbáceas espontâneas e não regadas, não incluídas no sistema de rotação da exploração por um período igual ou superior a cinco anos”.

“Pastagem temporária, os terrenos com gramíneas para pastagem, feno ou silagem incluídas num sistema normal de rotação de culturas, que ocupem o solo durante pelo menos um período de menos de cinco anos, sendo a sementeira feita com gramíneas puras ou em mistura. Antes de nova sementeira, as superfícies são totalmente revolvidas, quer por lavoura, quer por outro método, podendo ainda a destruição das plantas efetuar-se através de

outros meios, por exemplo herbicidas. Nota: Incluem-se neste ponto as misturas predominantemente de gramíneas e de outras culturas forrageiras, em geral leguminosas) para pastagem, colhidas em verde ou enquanto feno. Não se incluem as culturas anuais de gramíneas (que ocupem o solo durante menos de um ano agrícola)”.

“Pasto, a área ao ar livre, normalmente cercada, natural ou plantada, na qual existe uma cobertura vegetal formada geralmente por espécies de gramíneas e/ou leguminosas, que servem de alimento para o gado”.

2.1.2. Importância das pastagens.

Segundo Bourscheidt et al. (2023), as pastagens devem ser a base alimentar dos ruminantes, visto que são a forma mais econômica e prática de os alimentar, algo que Smart (2010), confirma referindo, que nas condições Mediterrâneas, as pastagens permanentes de sequeiro serão a base para a produção pecuária sustentável.

Por sua vez, para Dias-Filho (2015), as pastagens são uma forma de rentabilizar áreas marginais, de difícil acesso e de baixo potencial agrícola, sem ser necessário preparar os solos e o uso de grande quantidade de mão de obra, consumíveis e tecnologia, se bem que com baixa eficiência e de forma predominantemente extensiva, visto que os ruminantes se podem adaptar às condições geográficas e edafoclimáticas.

Freixial e Barros (2012a), por sua vez, concordam com as afirmações dos anteriores autores e acrescentam ainda que as pastagens quando inseridas em sistemas sustentados do uso dos solos, são fundamentais para a ocupação e ordenamento do território, valorizando áreas sem aptidão para atividades agrícolas que ficariam potencialmente abandonadas. As pastagens providenciam ainda benefícios aos solos como a defesa contra a erosão, ao serem mantidos sobre um coberto vegetal permanente, que quando aproveitado diretamente com o pastoreio de ruminantes, permite a reciclagem de nutrientes e o sequestro de carbono no solo, o que irá reduzir os gases com efeito de estufa e melhora a qualidade do ar. A manutenção das pastagens melhora ainda a harmonia da paisagem e como estão na base da produção de alimentos, permitem atividades que contribuem para a fixação da população em espaços rurais.

Carvalho (2018a), refere que os solos agrícolas Portugueses na sua generalidade, têm baixa fertilidade e são ácidos, devido a uma baixa capacidade de troca catiónica, uma baixa saturação de bases e um baixo teor de matéria orgânica, especialmente onde se situam os montados, por isso é indicado a criação de pastagens para recuperar a produtividade dos

solos, através da melhoria da sua estrutura, a proteção contra erosão e o aumento do teor em matéria orgânica, embora este seja um processo lento, mas constante, através da incorporação dos resíduos vegetais e fezes dos animais, podendo por isso o processo ser agilizado com o aumentando da produtividade da pastagem, embora caso haja mobilização do solo, o progresso possa ser perdido.

Entretanto, Freixial (2016) menciona a importância do solo, não só para a produção alimentar e agropecuária, estando intrinsecamente ligado à sustentabilidade da vida rural através do ordenamento do território, ocupação do espaço e do ambiente pelo que é fundamental que, no mínimo se mantenham as suas características de origem, tentando sempre melhorá-lo quando possível e evitando práticas que levaram à sua degradação e erosão. A erosão leva a que partículas de solo sejam arrastadas para as vias aquáticas como por exemplo rios e barragens. Deste modo perde-se um bem vital e essencial e de difícil regeneração, bem como o assoreamento a que pode levar, a longo prazo, a grandes problemas no fluxo de água. Nos solos ocupados com pastagens, a manutenção de um substrato herbáceo permanente (fig.2.1.2.1), evita o impacto direto da gota da chuva e diminui significativamente ou anula mesmo os riscos de erosão hídrica (fig. 2.1.2.2).



Figura 2.1.2.1- Montado com substrato herbáceo (esquerda). **Fonte:** Freixial (2010).

Figura 2.1.2.2- Montado sem substrato herbáceo (direita). **Fonte:** Freixial (2010).

Freixial (2016), escreve ainda que “... a inversão do ciclo de degradação de solos e recursos herbáceos para pastagem, pode ser conseguida através do melhoramento e constituição de pastagens permanentes biodiversas ricas em leguminosas que contribuirão para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos...”, permitindo, deste modo, aumentar de modo significativa a produção de ruminantes.

Por outro lado, Carvalho (2011) citado por Freixial (2016) menciona o setor agrícola como um dos principais veículos que pode ajudar na sustentabilidade do interior do país,

onde as pastagens terão um papel fundamental pois apesar de em 2019 segundo o INE (2021a) 2.05 milhões de hectares estarem ocupados com pastagens permanentes, 68.8% destas pastagens são consideradas pobres, não sendo sujeitas a qualquer tipo de melhoramento, estando por isso vastas áreas do território nacional a produzirem muito abaixo do seu potencial, dando oportunidades de negócio a montante que permitam a essas áreas chegarem ao seu potencial (ex. sementeiras biodiversas, adubações, correções, rega, drenagem, rotações, etc.), e a jusante vendendo os produtos primários, bem como os seus produtos transformados e ou finais, de valor acrescentado e também oportunidades como o agroturismo, criando postos de trabalhos. Estas oportunidades de negócios iriam ajudar na valorização da rentabilidade dos terrenos agrícolas, que por sua vez, levará a uma maior ocupação e melhor utilização dos solos, que permitiram uma maior produção de alimentos dos quais Portugal é importador segundo o INE (2021a). A maior produção levará assim a uma redução das necessidades da importação, pois apesar de no período 2017-2020 a produção de carne produzida em Portugal ter aumentado a ritmo anual de 1.7%, só permitiu satisfazer 80.0% das necessidades de carne nacionais em 2020. A carne de bovino, têm um défice especialmente alto, tendo no período 2017-2020, apenas 53.3% da carne consumida ter sido produzida em Portugal.

Segundo Real (2006), poderão acontecer importantes modificações do clima em Portugal, com verões mais quentes e com uma redução de precipitação de 20 a 40% devido à redução da estação chuvosa, com um aumento da variabilidade intra-anual e interanual a ocorrer especialmente no centro e sul do país, com um maior aumento da assimetria sazonal da precipitação, com especial ênfase na grande diminuição de chuva no mês de março, prejudicando assim as culturas em geral (grãos, forragens e pastagens), cuja produção está muito dependente da chuva no final do seu ciclo produtivo. Segundo Freixial (2016), o aumento das temperaturas mínimas durante o inverno irá aumentar as produções de pastagens e forragens, que ira compensar a falta de produção no fim da primavera, pelo se pode esperar uma transferência na SAU de culturas de grãos para pastagens permanentes e forragens, que a serem utilizadas, com animais autóctones geneticamente melhorados, seriam fundamentais para assegurar a sustentabilidade agronómica, ambiental e económica dos sistemas de produção de animal com ruminantes.

Crespo (2006) refere que o Alentejo possui uma estrutura fundiária que possibilita a manutenção dos animais em pastoreio ao longo de todo o ano, mas nas outras regiões de Portugal, a permanência de pelo menos 3 meses em estábulos é mais usual. Tais condições

climatéricas, permitem o desenvolvimento das leguminosas pratenses e forrageiras e à fixação por elas de azoto. Este azoto permite melhorar a quantidade e qualidade da pastagem, tornando-a mais digestível e com maior teor de proteína e reduz os custos dos inputs necessários, ajudando ainda a recuperação da fertilidade do solo (fig. 2.1.2.3), o que por sua vez permitirá um aumento da sua capacidade de carga de ruminantes.

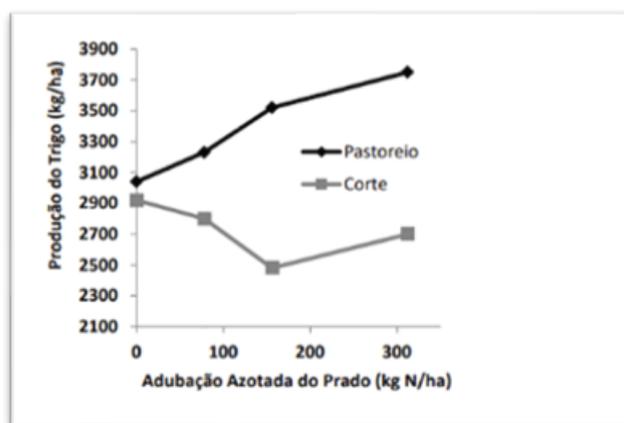


Figura 2.1.2.3 - Efeito do manejo num prado de três anos, na produção posterior de trigo sem adubação. **Fonte:** (Henin, 1969, adaptado de Carvalho, 2018a).

Melado (2016), escreve que a indústria pecuária tem sido apontada como um fator de degradação do meio ambiente, o que acontece quando é usada a técnica de pastoreio contínuo, que provoca uma progressiva degradação da pastagem, resultando numa menor capacidade de suporte da pastagem. No entanto, se o manejo da pastagem for conduzido racionalmente, sem que haja sob pastoreamento, pode ser um fator importante no melhoramento do meio ambiente.

De facto, de acordo com Freixial (2016), com o aumento do preço dos fatores de produção, o que requer uma melhor eficiência na sua utilização, os sistemas de produção de ruminantes em pastagens podem vir a ser economicamente vantajosos. Visto que, o pastoreio é benéfico para o ecossistema, reciclando o azoto, fosforo, potássio e outros elementos que são devolvidos ao solo com os excrementos, especialmente, quando são usados raças Autóctones, visto que os animais estão mais capacitados para aproveitar os alimentos grosseiros de escasso valor alimentar, bem como uma adaptação que permite ter uma variação da condição corporal ao longo do ano, e variações entre anos, dependendo dos regimes alimentares, sem comprometer as suas capacidades reprodutivas e produtivas, podendo ser ainda melhoradas através de cruzamentos terminais.

2.1.3. A problemática da produção de pastagens nas condições Mediterrâneas.

Nas condições de sequeiro no mediterrâneo, de acordo com Freixial e Barros (2012a), existe uma grande variedade de espécies e cultivares de leguminosas e gramíneas com uma boa plasticidade na adaptação às condições edafoclimáticas das regiões Mediterrânicas e com interesse para a constituição de misturas a utilizar no melhoramento e instalação de pastagens nessas regiões. Devem por isso utilizar-se espécies e cultivares de leguminosas anuais de ressementeira natural e, o *Trifolium subterraneum* (trevo subterrâneo), uma leguminosa anual de porte prostrado, com desenvolvimento de Outono/Inverno/Primavera, será a leguminosa anual mais interessante para a instalação de pastagens de sequeiro nas zonas Mediterrânicas, de onde é originária. O *Trifolium subterraneum* (trevo subterrâneo), contém três subespécies, o *Trifolium subterraneum L.* bem adaptado a solos ácidos e texturas “ligeiras” ou francas, o *Trifolium brachycalycinum katzen & morley*, adaptado a solos neutros, pouco ácidos ou pouco alcalinos e com texturas “pesadas” e o *Trifolium yanninicum* que vai bem em solos com má drenagem, que encharcam de inverno. Esta espécie de trevos, possuem uma grande variedade de cultivares com ciclos distintos e com uma enorme capacidade de adaptação às distintas condições edafoclimáticas, é uma das espécies a incluir nas misturas a instalar para as pastagens temporárias e permanentes de sequeiro que nas condições Mediterrânicas, devem ser muito biodiversas.

Freixial e Barros (2012a), continua referindo que para além do trevo subterrâneo outras leguminosas anuais são utilizadas nas nossas condições de sequeiro, no melhoramento e na instalação de pastagens, tais como o *Trifolium hirtum* (trevo rosa), o *Trifolium cherleri* (trevo entaçado), o *Trifolium incarnatum* (trevo encarnado), o *Trifolium michelianum* savi (trevo balansa) a *Ornithopus* spp. (serradela) e a *Biserrula pelecinus* (biserrula), estas espécies com características agronómicas muito semelhantes, originários da Bacia Mediterrânica, estão bem adaptadas a solos de baixa fertilidade e a climas com escassa precipitação anual (350 - 900 mm) com uma elevada persistência devido há quantidade de sementes duras produzidas e do banco de sementes no solo mesmo após chuvas esporádicas de verão ou falsas aberturas do outono. As *Medicago* spp. (luzernas anuais) são depois do *Trifolium subterraneum* (trevo subterrâneo), talvez as leguminosas mais utilizadas no Mundo para a instalação de pastagens em solos bem drenados, com pH variando desde o ligeiramente ácido a acentuadamente alcalino (pouco tolerante à acidez dos solos devido à sensibilidade do *Rhizobium meliloti*) e em zonas com precipitações da ordem dos 350 mm onde podem superar mesmo em

produção, algumas cultivares de trevo subterrâneo. De entre as gramíneas, o *Lolium rigidum* Gaud. (azevém anual) é a gramínea anual com mais interesse, pois apresenta raízes profundas que possibilitam a obtenção de água das camadas mais profundas do solo, juntamente com uma boa capacidade de produzir sementes duras e de se ressemeiar nas condições Mediterrânicas.

Segundo Crespo (1975), é possível obter produções entre 3 a 9 toneladas de matéria seca (MS)/ha/ano a partir de pastagens semeadas nas condições de sequeiro Mediterrâneo, produção essa que se encontra no entanto, irregularmente distribuída ao longo do ano por condicionantes de natureza climática, que só muito raramente permitem reunir no tempo os três principais fatores do clima responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento das espécies herbáceas, humidade, temperatura e radiação como mostra a curva da figura 2.1.3.1 e que pode ocorrer também irregularmente de ano para ano.

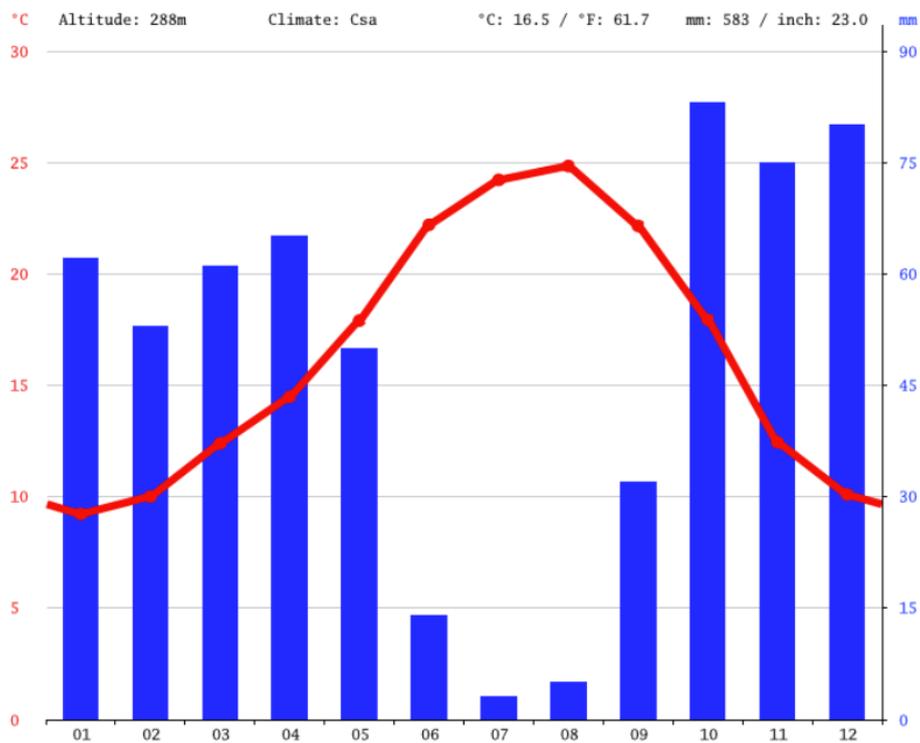


Figura 2.1.3.1 - Gráfico da distribuição da temperatura (°C) e precipitação (mm) ao longo do ano da cidade de Évora. **Fonte:** Climate-data (2024).

Assim, Freixial e Barros (2012a), referem que no outono quando a ocorrência de precipitação acontece em quantidades significativas, cedo na estação (início de setembro), a humidade, a temperatura e a radiação podem permitir a ocorrência de um ligeiro pico de produção que somada à escassa produção de inverno, são responsáveis pela produção de cerca de 15% a 35% do total de produção anual (curva a da fig. 2.1.3.2), que, entretanto, pode não se registar quando as primeiras chuvas com alguma expressão só acontecem mais tarde (curva b da fig. 2.1.3.2).

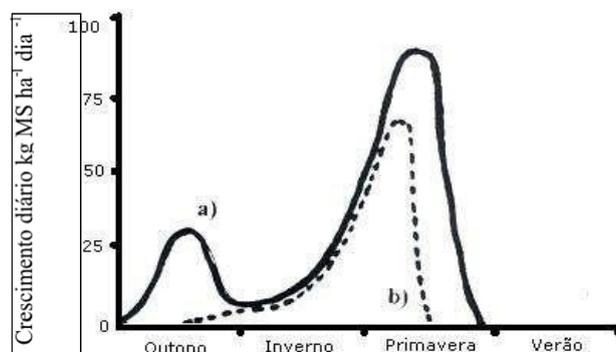


Figura 2.1.3.2 - Curva de Produção de Pastagem nas condições de sequeiro (a) com primeiras chuvas cedo e (b) com primeiras chuvas tardias **Fonte:** Freixial e Barros (2012b).

Freixial e Barros (2012a), continua mencionando que no inverno, quando no final do outono/início do inverno, as temperaturas baixam e os dias ficam curtos, o crescimento da pastagem é limitado sobretudo pelas baixas temperaturas e mais acentuadamente nas leguminosas o que nas regiões do interior ocorre durante os meses de dezembro e janeiro. Na primavera a partir dos meses de fevereiro/março, a conjugação dos fatores humidade, temperatura e radiação proporciona a fase de mais ativo crescimento e desenvolvimento da pastagem (gráfico 2.1.3.2). É o pico máximo de produção que pode atingir valores de cerca de 50 a 120 kg MS/ha/dia e que pode representar cerca de 65% a 85% da produção total anual da pastagem. No final da primavera/verão, o pico de produção que se regista durante parte da primavera, mais ou menos acentuado e prolongado em função da quantidade e distribuição da precipitação, termina com a maturação, formação de semente e senescência das espécies anuais que compõem a pastagem. Não existe a partir desta fase mais produção de pastagem. A oferta alimentar neste período é a produção obtida durante o período anterior que não foi consumida.

Freixial e Barros (2012a) acrescentam ainda que quando as explorações agropecuárias nas condições Mediterrânicas dispõem de água para rega, podem incluir nas

suas áreas, pastagens ou prados permanentes de regadio. As pastagens de regadio são constituídas por misturas de gramíneas e leguminosas vivazes, com elevada capacidade de produção de pastagem de qualidade e boa persistência. Nas zonas com chuvas distribuídas ao longo do ano incluindo durante o verão, as espécies vivazes podem ser utilizadas sem necessidade do recurso à rega. Nas zonas com Invernos suaves em termos de temperatura, como na orla Atlântica ou nos Açores por exemplo, a oferta alimentar acontece ainda de forma mais vantajosa, pois nas zonas Continentais as pastagens de regadio à semelhança das pastagens de sequeiro também não produzem de inverno pelo facto das baixas temperaturas prejudicarem o crescimento e o desenvolvimento das espécies, particularmente das leguminosas que se referem seguidamente:

- O *Trifolium repens L.* (trevo branco), uma espécie vivaz, de porte prostrado, caules rastejantes, enraizando nos nós e propagando-se por estolhos ou regenerando-se através da semente. Originário da região Mediterrânica, é considerado como sendo a leguminosa mais importante para utilização em pastagens, em zonas temperadas com uma precipitação anual acima dos 750 mm.

- O *Trifolium fragiferum L.* (trevo morango) é uma leguminosa vivaz de porte prostrado e comportamento muito similar ao trevo branco na forma de crescimento, por estolhos que podem enraizar nos nós.

- O *Trifolium pratense L.* (trevo violeta), é uma leguminosa vivaz, de curta duração, podendo comportar-se em certas condições como anual com ciclos superiores aos 2-3 anos, eventualmente mais se o ambiente for favorável, podendo persistir durante 6 ou 7 anos, com crescimento predominantemente desde o outono até à primavera. O *Trifolium pratense L.* (trevo violeta) pode ser uma espécie também com interesse para incluir nas misturas para a instalação de pastagens de regadio de curta duração (fraca persistência), sobretudo em zonas nas quais as temperaturas de verão não são muito elevadas, pois possui uma rápida instalação com uma elevada produção nas fases iniciais após a instalação da pastagem. As gramíneas vivazes mais utilizadas na instalação de pastagens de regadio são o *Dactylis glomerata L.* (panasco ou pé-de-galo), o *Lolium perenne L.* (azevém perene), a *arundinacea Schreb* (festuca alta) e o *Phalaris aquatica L.* (rabo-de-zorra). Na instalação de pastagens de regadio, o recurso à utilização de misturas destas espécies de gramíneas vivazes com as leguminosas já descritas pode ser uma solução vantajosa, tirando partido da complementaridade entre elas e visando a sustentabilidade da pastagem nos aspetos agronómicos de adaptação às condições edafoclimáticas, potencial produtivo e regularidade da produção ao longo do ano,

forma de exploração e persistência. O recurso à instalação de pastagens de regadio, permite melhorar consideravelmente a oferta alimentar não só por uma maior quantidade absoluta produzida, mas também por uma melhor distribuição dessa produção ao longo do ano, como por exemplo no período do verão e garantindo ainda com segurança, a produção de outono que deixa assim de estar condicionada pela necessidade de ocorrência de precipitação cedo como obrigatoriamente acontece nas condições de sequeiro.

Segundo Moreira (2002), a produção anual das pastagens de regadio é de 2,5 a 10 t MS/ha/ano em função das condições edafoclimáticas da zona na qual estão instaladas e tendendo para os níveis superiores apontados sempre que se anulam as limitações ao crescimento e desenvolvimento, nomeadamente no que diz respeito à água e produzindo normalmente acima das pastagens de sequeiro e de uma forma mais regular ao longo do ano de acordo com a curva da fig.2.1.3.3.

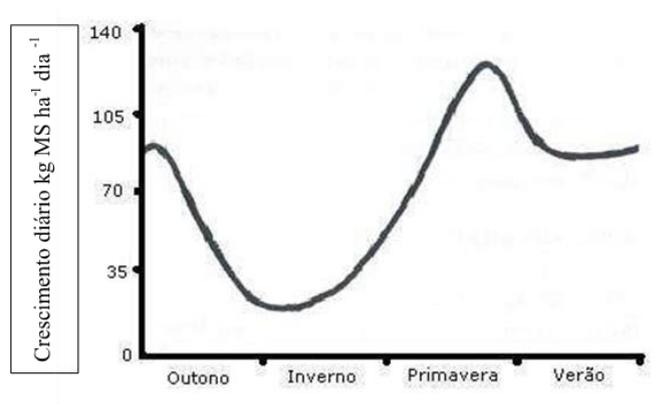


Figura 2.1.3.3 - Curva de Produção de Pastagem nas condições de regadio do clima Mediterrâneo. **Fonte:** Freixial e Barros (2012b).

Freixial e Barros (2012a) referem seguidamente as características da produção de pastagem de regadio nas diferentes estações do ano:

- No outono: a produção de pastagem nas condições de regadio durante o período de outono, ao contrário das condições de sequeiro, não está dependente da ocorrência das primeiras chuvas para garantir produção que é assegurada durante uma parte do período no qual as temperaturas são favoráveis;
- No inverno: os dias curtos e sobretudo as baixas temperaturas impedem também o crescimento e o desenvolvimento das pastagens de regadio a partir do fim do outono e durante o inverno (dezembro e janeiro).
- Na primavera: a temperatura e o fotoperíodo favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento das espécies, permite que a partir do final do inverno se verifique um

período de ativo crescimento, que tem a sua máxima expressão em maio/junho.

- No verão: ainda que as elevadas temperaturas de verão sobretudo nas zonas do interior possam ser excessivamente altas, particularmente para as gramíneas, a produção de verão é elevada (inexistente nas condições de sequeiro) e muito dependente da contribuição das leguminosas.

Freixial e Barros (2012a), continuando a observar as curvas médias de produção de pastagens nas condições mediterrâneas (sequeiro (fig. 2.1.3.2) e regadio (fig. 2.1.3.3)), vemos que elas apresentam uma forma bastante irregular, com níveis de produção elevados em épocas bem marcadas do ano, alternando com períodos nos quais a produção é escassa ou mesmo nula, particularmente no período de inverno, já que, no período do verão, existe a possibilidade do recurso a outras fontes alimentares. A esta irregularidade na produção, devida essencialmente a condicionalismos de natureza climática, que torna os nossos sistemas de produção ruminantes, dependentes de outros recursos alimentares, acresce ainda que a produção é altamente limitada segundo Carvalho (2018a), pelo facto os solos agrícolas portugueses, terem geralmente baixa fertilidade, particularmente aqueles onde se situam os montados. O clima, a natureza da rocha mãe e a topografia são as principais causas naturais, que juntamente com as causas antropomórficas do século passado, esgotaram os solos, deixando-os, ácidos e pouco férteis, devido á sua baixa capacidade de troca catiónica, baixa saturação de bases e fraco teor de matéria orgânica.

2.2. Importância das Forragens.

Segundo Freixial e Barros (2012b), como é referido anteriormente, as curvas de produção das pastagens nas condições mediterrâneas são altamente irregulares (fig. 2.1.3.2). Esta irregularidade, torna por isso, os sistemas de produção de ruminantes dependentes das forragens para colmatar os períodos de escassez, sendo por isso, importante que estas façam parte do planeamento alimentar desses sistemas. As forragens possuem, com a sua elevada capacidade de produção alimentar por unidade de área (ton MS/ha), alta taxa de crescimento diário em curtos períodos de tempo, valores nutritivos, em particular a digestibilidade, por norma elevados e boa eficiência na utilização de fatores como água e fertilizantes, especialmente quando formadas por consociações de leguminosas com gramíneas com complementaridade entre espécies, algumas com capacidade de recrescimento que permitem o aproveitamento através do pastoreio direto durante a fase vegetativa sem prejuízo de um corte final antes da maturação para conservação (aproveitamento misto). As leguminosas, com a sua capacidade de fixar o azoto atmosférico, quando utilizadas em sistemas sustentados com sementeira direta, dão um grande contributo para a produção anual, pois para além de aumentar a quantidade e qualidade da forragem para ruminantes, ajudam ainda quando feitos em sistemas sustentados sem mobilização do solo, na melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas, compensando assim as desvantagens da sua curta duração e obrigatoriedade de custos de instalação.

Smart (2010) refere também a importância de ter opções forrageiras, baseadas em misturas de gramíneas e leguminosas, com capacidade de recrescimento e aproveitamento misto, para colmatar as deficiências nos períodos de fraca produção.

Freixial e Alpendre (2013a), acrescentam também, que o excesso de produção que pode ocorrer a partir dos meses de fevereiro/março, devido a uma conjunção de fatores favoráveis, se deixados na pastagem para os períodos de carência Verão/Outono perde qualidade, pelo que as culturas forrageiras são geralmente conservadas, para manter a sua qualidade. Assim, face à imprevisibilidade das condições mediterrâneas, onde os períodos de carência podem oscilar entre os 3.5 e 7 meses por ano, ter acesso a forragens conservadas, é uma obrigatoriedade nestes sistemas, especialmente caso estes sejam muito intensivos como na produção de bovinos de leite, onde é necessária uma constante elevada quantidade de alimento de qualidade.

Segundo o INE (2021a), os prados temporários e as culturas forrageiras já ocupam 49.8% das terras aráveis Portuguesas, aumentando 12% desde a última década. Sendo já a

produção predominante da maioria das freguesias nacionais, exceto na Madeira. Referindo ainda, que em contraciclo com o resto do País, houve um aumento de terras aráveis ocupadas, nas zonas do Ribatejo, Oeste e Açores, sobretudo com produções relacionadas com a alimentação animal, nomeadamente culturas forrageiras e prados temporários.

2.2.1. A problemática da produção de forragens.

Moreira (2002) introduz-nos o conceito de forragem (ou culturas forrageiras) como sendo culturas de plantas herbáceas, geralmente anuais (inferiores a um ano), mas podendo ser por vezes bienais ou vivazes se a duração for maior que dois anos, existindo, no entanto, um claro predomínio das culturas de menor duração (anuais). As forragens podem ser destinadas a serem colhidas pelo Homem antes da maturação completa, para alimentação dos animais em verde ou após conservação para ser utilizada em situações de escassez, eventualmente aproveitadas pelos animais em pastoreio no período vegetativo, nas opções forrageiras que incluem espécies com capacidade de recrescimento.

Também Zanine et al. (2006), enfatizou a importância de se considerar como forragem as plantas cortadas antes de chegarem à sua maturação. Freixial e Barros (2012b), na continuidade de Moreira (2002), refere igualmente que “são as culturas de plantas herbáceas de ciclo vegetativo anual, bianual ou vivaz, destinadas à alimentação animal, aproveitadas predominantemente através de corte mecânico (eventualmente pastoreio direto ou aproveitamento misto) e posterior alimentação fora do local de produção, seja sob a forma de erva verde ou conservadas sob a forma de feno, silagem ou feno-silagem. As plantas mais apropriadas a esta forma de aproveitamento, apresentam em geral porte ereto a subereto de forma a possibilitar o seu corte.”

Moreira (2002) considera, ainda, alguns arbustos com características forrageiras como sendo um garante da subsistência da produção animal como acontece em regiões áridas e semiáridas do mediterrâneo.

Também no que se refere ao INE (2021a), as culturas forrageiras são as destinadas ao corte para dar ao gado e que são colhidas antes de completarem o seu ciclo vegetativo (maturação), de modo a serem melhor digeridas pelos animais. Podem ser consumidas pelo gado em verde, depois de conservadas como feno ou silagem ou secas ao Sol ou desidratadas artificialmente. Semelhante abordagem poderá ser encontrada no Glossary National Range and Pasture Handbook (Butler et al. 1997).

Moreira (2002), nas espécies com capacidade de recrescimento, introduz a noção de

que a altura do corte deverá aproximar-se, genericamente, entre 5 a 10 cm de altura do solo durante o período vegetativo, com a finalidade de se recolher uma elevada percentagem de biomassa aérea e conseqüentemente dos nutrientes da cultura, sem hipotecar o próximo ciclo de corte, uma vez que ao contrário das pastagens, as forragens devem ser constituídas por espécies de porte ereto a subereto, com a maior parte da sua biomassa aérea na parte superior da cultura, facilitando assim a sua colheita mecânica. Referindo a noção de forragem em condições de regadio e de sequeiro, é destacado a importância da rega em momentos de stress hídrico resultantes do nosso clima de características mediterrânicas, uma vez que este permite as possibilidades e potencialidades dessas culturas forrageiras, muitas vezes constituídas por plantas C4 (mais produtivas quando expostas a altas temperaturas, ex. milho e sorgo).

2.2.2. Principais opções forrageiras em sequeiro.

Segundo Freixial e Barros (2012b), as principais forragens de sequeiro, em clima mediterrânico, para ruminantes, são as de outono/inverno/primavera, pois conseguem completar o seu ciclo vegetativo, apenas com a água da precipitação anual e não possuem grandes exigências de temperatura no seu crescimento e desenvolvimento. Uma das mais usadas é o azevém, sendo a espécie *Lolium multiflorum* com maior interesse, devido à sua capacidade de ser anual ou bienal dependendo das condições climáticas, a *Lolium multiflorum*, Lam, subespécie *westerwoldicum*, possui ainda uma grande capacidade de recrescimento após o corte, especialmente na primavera onde demonstra uma grande capacidade de afilhamento, um período vegetativo prolongado, situando-se as estruturas responsáveis pelo recrescimento na base da planta, junto ao solo. Estas características de múltiplas utilizações, permitem que seja utilizado em sistemas mistos com cortes para forragem e cortes de pastoreamento, com boas produções de matéria seca. No entanto, também têm as suas desvantagens nomeadamente a dependência do início das chuvas para iniciar o seu ciclo de crescimento, o que pode em anos de primeiras chuvas tardias implicar um desenvolvimento inicial e crescimento mais lento, devido às baixas temperaturas, o que pode limitar o seu objetivo como cultura de outono/inverno, que era garantir um aumento de oferta alimentar acrescida antes dos períodos críticos do inverno. O autor cita ainda Moreira (2002) onde é referido que cada corte no período vegetativo poderá oferecer entre 1 a 3 t MS/ha e o corte final de entre 4 a 6 t MS/ha.

Freixial e Barros (2012b), refere ainda, que a mistura do azevém previamente

mencionado com leguminosas anuais de crescimento rápido no outono/inverno/primavera, como o *Trifolium vesiculosum* L. (trevo vesiculoso) e *Trifolium resupinatum* (trevo da pérsia), que para além de fornecer um alimento completo, rico em proteína e energia, para ruminantes, possui alta digestibilidade e ainda demonstra grande capacidade de recrescimento após o corte, estas características permitem que esta forragem seja aproveitada de várias formas, como a verde, silagem e seca para feno, uma única vez ou várias dependendo do seu crescimento, quer por pastoreio ou mecânico. Algumas destas espécies trazem ainda o benefício, de terem sistemas radiculares profundos que melhoram as características físicas do solo, criando redes de poros ao longo do perfil e possivelmente o fendilhamento das camadas nos horizontes mais profundas, criando assim vantagens agronómicas no solo. Menciona ainda, outras leguminosas interessantes como o *Trifolium resupinatum* ssp. *Suaveolens* Willd. (trevo da pérsia), o *Trifolium alexandrinum* L. (bersim) e o *Trifolium vesiculosum* L. (trevo vesiculoso), que são cultivares anuais muito produtivas e com boa capacidade de recrescimento, tendo grande parte do seu desenvolvimento na época das chuvas, mas que pode ser explorado várias vezes, tanto a pastoreio como a corte mecânico. Tanto para o *Trifolium alexandrinum* (bersim) como para o *Trifolium resupinatum* (trevo da pérsia), são necessários solos com pH neutro e não toleram o encharcamento nem texturas arenosas, em contrapartida a sua elevada produtividade, é bem distribuída pelo tempo, inclusive no período outono/inverno, desde que sejam semeadas cedo. Os cereais são também uma importante opção forrageira, devido á sua elevada adaptação ás condições edafoclimáticas mediterrânicas, com boa resistência às baixas temperaturas e à secura, quando comparadas com as leguminosas forrageiras. A sua rápida e fácil instalação, com um bom crescimento inicial normaliza a sua utilização a verde através de pastoreio ou cortes múltiplos, sendo a exceção nos anos de precipitação tardia no outono, a regularidade da produção significativa de matéria seca produzida no período outono/inverno, permite que está forragem seja usada para suprir as necessidades nutritivas inerentes ao inverno Mediterrâneo onde o crescimento é fraco.

Crespo (1975), citado Freixial e Barros (2012b), refere os cereais de inverno como a aveia, cevada e triticale, como opção forrageira, quer em corte único ou a dois cortes, existindo vantagem na produção de MS/ha no primeiro caso e encontrando a variabilidade entre anos esperada, no clima mediterrâneo. Quando existe múltiplos cortes, o segundo tende a produzir menos MS/ha, mas no caso de ter existido fraco crescimento no Inverno, após o corte, os cereais tendem a demonstrar grande capacidade produtiva.

Novamente Freixial e Barros (2012b), referem que a consociação dos cereais de outono/inverno/primavera, com leguminosas anuais, como a *vicia lupinus*, para conservar quer em feno ou ensilados, é interessante no clima mediterrâneo.

Moreira (2002) revela que o porte ereto característico dos cereais, complementa bem com leguminosas anuais trepadoras, como as *Vicias* (ervilhacas) e os *Latyrus* (cizirões), sendo também opções outras não trepadeiras como os *Lupinus luteus* L. (tremoceiros especialmente o amarelo ou tremocilhas), que a serem aproveitadas com corte único em estado avançado de maturação, produzem elevada produção com melhores qualidades nutritivas, quando comparado apenas a cereais. Os tremoceiros são também uma boa escolha para forragem, especialmente porque se dão bem em solos arenosos, ácidos e de baixa fertilidade. Geralmente, devido a serem culturas de corte único, são semeadas sozinhas ou em consociação com cereais. Sendo depois utilizadas a corte ou pastoreio no final do ciclo de formação de sementes, estas são ricas em proteína bruta (PB) com valores a rondar os 35%, quando a maioria das pastagens são muito pobres em PB nas condições mediterrâneas, caso esta forragem seja consumida a pastoreio, após a maturação das sementes, pode ainda ficar assegurado a próximo ciclo de tremoceiros na pastagem, através das sementes que ficarão no solo, devido a não terem sido ingeridas. No entanto Treviño et al. (1979), se por razões de oportunidade, segurança ou atraso no corte da forragem, devido à maturação da forragem, a digestibilidade baixa.

Freixial e Barros (2012b), acrescenta ainda a existência de marcas comerciais, compostas por várias forrageiras anuais como cereais, azevéns, ervilhacas e outras leguminosas, com grande crescimento no outono/inverno/primavera, podendo ser utilizadas precocemente a pastoreio ou com corte mecânico e que quando reservadas a partir de janeiro, têm um rápido recrescimento para produção de forragem quer em feno ou silagem, que deve ser feito na altura da floração das leguminosas (abril/maio). Os cereais, podem ainda ser utilizados como forragem, quando semeados com sementeira direta, em pastagens de sequeiro à base de leguminosas, onde durante o inverno a sua maior produção, na altura em que as leguminosas, mais sensíveis às baixas temperaturas têm baixo crescimento, aumentando assim a produção. Na Primavera, o trevo subterrâneo, devido ao aumento da temperatura aumenta a sua produção, enquanto que os cereais, após serem cortados para forragem exibem um menor crescimento. Aumentando assim a produção total da pastagem, enquanto diminui a área necessária para produção de forragens.

2.2.3. A Conservação de forragens, as perdas e os custos associados.

Freixial e Alpendre (2013a), referem que as forragens são conservadas com o objetivo de se obter alimento de qualidade a baixo custo, para ser usado nos períodos de escassez, inerentes ao clima mediterrâneo, ou seja, pretendemos com a conservação de forragens, transportar no espaço e no tempo a quantidade e qualidade do alimento. Para se conservar forragens através dos vários métodos de conservação é necessário assegurar dois objetivos, a inibição de toda a atividade enzimática, sobretudo a respiração. Quanto mais rápido este processo melhor, pois menor serão as perdas e melhor a qualidade da forragem e também inibir ou controlar os micro-organismos (bactérias e fungos) sempre presentes na forragem e que a contaminam através do solo. O valor nutritivo da forragem conservada, está muito relacionada com a escolha da época de corte e técnica de conservação. Pelo que as plantas forrageiras de boa qualidade, podem sofrer perdas globais de 10% do valor nutritivo em unidades forrageiras (UFs) (energia líquida obtida por 1kg de forragem), e em matéria azotada digestível (MAD) (percentagem proteica da forragem), quando todas as operações correm bem, e perdas de 50% se o corte da forragem ocorrer numa fase avançada, as operações necessárias com equipamentos inadequados e em más condições climáticas. Sendo assim, cada exploração deve, por razões económicas, assegurar grande parte das suas necessidades alimentares, qualitativas e quantitativas, o que leva a que estas usem os métodos de conservação mais adaptados às suas condições climáticas, económicas, de escala, parque de máquinas e espécies presentes, no entanto, aos vários processos de conservação estão associados custos e perdas de matéria seca e valor nutritivo.

2.2.3.1. Formas de conservação de forragens.

Freixial e Alpendre (2013a), referem que os dois objetivos que asseguram a conservação das forragens podem ser conseguidos através da desidratação da forragem, com teores de humidade elevados através da ensilagem, ou através da feno-ensilagem uma técnica que reúne princípios das duas anteriores. Todos estes métodos de conservação afetam os componentes mais digestíveis da planta, os glúcidos solúveis e as proteínas, pelo que a sua execução, rápida e correta, é fundamental para manter o valor nutritivo da forragem, o mais próximo possível da anterior ao corte. No entanto, a organização e o parque de máquinas que garantem as cadeias mecanizadas que suportam os diversos métodos de conservação, silos necessários para realizar e conservar a forragem acarretam custos, variáveis em função

do método escolhido, mas que aumentaram sempre os custos de produção, da atividade a que se destina a forragem. No processo de fenação, a forragem é desidratada até alcançar valores de MS na ordem dos 80%, onde é alcançado a morte da planta e o impedimento do desenvolvimento de bactérias e fungos, sendo o clima essencial nesta operação, visto que a desidratação é normalmente feita ao ar livre. Serrano e Almeida (1987) citados por Freixial e Alpendre (2013a), mencionam que a melhor altura para a conservação das forragens, no nosso clima, seria em abril, época onde a forragem tende a ter o melhor valor nutritivo. No entanto, a irregularidade climática leva a que esta ocasião, por vezes não seja possível sobretudo devido às esporádicas e frequentes precipitações, que caso ocorram sobre a forragem já cortada, causam perdas de nutrientes solúveis e posteriormente o aumento das perdas mecânicas causadas pelo aumento do número de manuseamentos necessários à conservação, nestas ocasiões, os produtores tendem a adiar o corte das forragens para Maio-Junho, onde tal já não acontece mas a forragem baixa de qualidade devido ao maior estado de maturação das plantas.

Novamente os autores Freixial e Alpendre (2013a), referem que o método de corte também influencia as perdas na produção de forragem, as gadanheiras alternativas ou de barra de corte, sendo relativamente baratas e poucos exigentes na potência do trator, podem empapar especialmente com forragens densas ou acamadas, no entanto, reúnem vantagens pois ao realizarem o corte simples na planta, permitem que esta tenha um recrescimento posterior rápido. Estas gadanheiras requerem, todavia, uma cuidada manutenção diária durante a campanha. As gadanheiras rotativas de eixo vertical que efetuam o corte, com um conjunto de facas que rodam a alta velocidade causando por isso grandes danos na planta, prejudicam o futuro recrescimento e ainda a perda dos pequenos fragmentos de forragem, são mais caras que as gadanheiras alternativas ou de barra de corte, requerem maior potência do motor do trator, mas possuem maior rendimento de trabalho desembaraçando-se mais facilmente das forragens densas ou acamadas e necessitando de menor manutenção em campanha, sendo porém mais exigentes nas reparações entre campanhas. Existem ainda as gadanheiras condicionadoras, que juntamente com qualquer dos sistemas de corte anteriormente mencionados, possuem também rolos condicionadores ou um rotor móvel de dedos móveis e pente de condicionamento, que causam o esmagamento dos caules da forragem, provocando lacerações, que permitem uma mais rápida perda de água, acelerando assim a secagem, encurtando em 30-40% o tempo de secagem e diminuindo as perdas inerentes, permitindo a obtenção uma forragem de melhor qualidade. Estas gadanheiras

ainda encordoam a forragem, pelo que reduz os custos de outra operação. No entanto, caso se apresente tempo húmido ou chuva, pode aumentar as perdas por arrastamento dos constituintes mais solúveis como os açúcares, matérias azotadas solúveis e minerais, sendo este maior quanto maior a quantidade e minutos de chuva, temperatura e teor de MS, sendo relativamente menos prejudicial em forragem recém cortada. A chuva promove ainda o crescimento de fungos e bactérias, que podem levar à rejeição da forragem pelos ruminantes, através da alteração química dos glúcidos estruturais e prolonga também as perdas por respiração e mecânicas ao ser necessário mais viragens para secar a forragem.

2.2.3.2. Perdas na conservação de forragens desidratada.

Freixial e Alpendre (2013b) menciona que em condições normais, sem chuva, as folhas das forragens estão secas 36 horas após o corte, no entanto os caules e as bainhas da mesma espécie demoram mais tempo, em função da quantidade e disposição da forragem, sendo essencial que esta seja encordoada para abrandar a secagem muito rápida das folhas, pois estas iram aumentar as perdas mecânicas, especialmente nas leguminosas cujas folhas podem secar em apenas algumas horas. A secagem da forragem em zonas de clima húmido numa primeira fase deve ser feita com a forragem espalhada eventualmente após um corte mais alto seguida dum encordoamento pouco denso para permitir o arejamento entre a massa de forragens. Em clima seco os cordões servem para homogeneizar a secagem, permitindo assim a obtenção de um feno de qualidade. Estes devem ser feitos em simultâneo ou o mais rápido possível após o corte, sendo especialmente eficaz em plantas jovens devido ao seu maior teor de humidade. A secagem mais homogenia evita uma sobre secagem das folhas em comparação com os caules por possuírem uma velocidade de desidratação mais lenta possuem teores de humidade mais elevados. A viragem dos cordões, ou outras manipulações da forragem, como o enfardamento, encarecem o feno e aumentam as suas perdas mecânicas, partindo as folhas e folíolos já secos, sendo estas as partes mais frágeis e digeríveis da planta posteriormente perdidas, sendo este problema agravado com o aumento do teor de MS, ficando para enfardar a lenhina, celulose e os glúcidos parietais, este problema é particularmente grave nas leguminosas onde pode existir perdas de 3 a 35% enquanto que nas gramíneas se fica pelo 2 a 5 %, pelo que quando necessárias as operações devem ser feitas de manhã para aproveitar a humidade da noite. O inversor de feno, ao inverter os cordões quase sem perturbações diminui este tipo de perdas. A primeira viragem dos cordões, só deve ser feita, caso necessária, quando o teor de humidade rondar os 35%, antes da completa secagem das

folhas, no entanto caso a secagem seja interrompida por chuva, a única hipótese para corrigir a fase de secagem é uma viragem para secar a humidade que se infiltrou no interior da forragem. A secagem pode demorar entre 3 a 10 dias, conforme as condições meteorológicas e durante esse tempo sofrem perdas por respiração, pois esta só para quando o seu teor de MS chega a 65%, entretanto enzimas hidrolisantes vão consumindo glúcidos solúveis, proteínas e vitaminas. Sendo normal existir perdas de 1% de MS, mas que podem chegar a 4-15% em climas húmidos e quentes. O armazenamento dos fardos da forragem deve ser feito ao abrigo da chuva, e o chão deve drenar bem as águas da chuva, pois caso contrário pode levar a elevadas perdas. Caso o feno seja armazenado, ainda com teores de MS inferiores a 85%, poderá haver um aumento de temperatura, devido a respiração celular ainda presente, que permitirá fermentações bacterianas, que por sua vez podem levar à rejeição do fardo. Existindo uma progressiva perda à medida que o teor de humidade aumenta. Em zonas de climas húmidos ou com humidades relativas altas da atmosfera, no período de conservação de forragens através da desidratação, a ventilação forçada para a secagem da forragem, permite a obtenção de um feno de qualidade sem grandes riscos ou perdas, no entanto é necessário um grande custo energético e um investimento de um ventilador de área apropriada à exploração, pelo que é normalmente só usado em zonas húmidas ou com custos energéticos baixos, sendo substituído pela secagem artificial parcial, apenas no final do processo, onde a forragem já enfardada com valores de humidade de 30 a 35% é secada sem ser mais exposta a possíveis condições meteorológicas adversas. A desidratação artificial também pode ser feita a temperaturas elevadas 300 a 1000°C durante poucos minutos, sendo este um dos métodos mais eficazes com perdas totais não ultrapassando os 10% e conservando quase a totalidade do valor nutritivo da forragem, no entanto devido aos seus custos é apenas utilizada para forragens de valor nutritivo e biológico elevados e em áreas com escala suficiente para rentabilizar o investimento de tais infraestruturas e consumos energéticos. A ensilagem, é um método de conservação de silagem com um elevado teor de humidade, criando-se um ambiente de anaerobiose diante do qual se consegue os dois objetivos na conservação de forragens, a morte da planta por asfixia e o controle da flora nefasta que é butírica, promovendo um ambiente favorável à proliferação láctica, com um abaixamento rápido de pH. Comparativamente com a fenação clássica a ensilagem, apresenta vantagens, na quase total independência das condições meteorológicas exigindo, no entanto, uma cadeia mecanizada mais elaborada, mais infraestruturas e conhecimento técnico mais aprofundado.

Freixial e Alpendre (2013b) referem ainda as possíveis perdas de qualidade e/ou quantidade da silagem, começando logo com as perdas de MS mais digeríveis, os açúcares, que se perdem através da respiração celular que continua ativa mesmo depois do corte e até a planta atingir valores entre os 65-75% de MS, onde então a respiração celular para, levando ao fim da produção de dióxido de carbono (CO_2) e calor. A chuva ao aumentar os teores de humidade e a pré-secagem ao aumentar o tempo de respiração e as perdas por operações mecânicas, também são responsáveis pelo aumento de perdas de forragem. Para diminuir estas perdas, a silagem deve ser bem compactada e selada, facilitado pela diminuição do tamanho das partículas, este processo deve ser feito o mais rápido possível para evitar a renovação do ar e o aumento da temperatura da forragem. A redução das perdas por respiração no silo permite preservar os açúcares para as bactérias coliformes e posteriormente a flora láctica, que irá ajudar na conservação da silagem, através da acidificação da forragem até que esta chegue a um pH de 4,0 onde a atividade microbiana fica inibida, formando um ambiente estável enquanto se mantenha a condição de anaerobiose. A perdas pela respiração desde o corte até à exaustão de oxigénio no silo varia entre 8-20% da MS, variando com o tempo que leva a isolar a silagem, já as perdas mecânicas, inerentes ao corte e ao transporte para o silo da forragem rondam normalmente os 2%, +3% caso exista pré-secagem, devido ao maior manuseamento. Existe ainda, as perdas por fermentação, que ronda os 5-10%, sendo as bactérias homolácticas, as mais eficientes e económicas na formação de ácido láctico e desdobramento dos açúcares, pelo que o seu desenvolvimento deve ser o desejado, caso a forragem tenha elevado teor de MS, sofre menos fermentações, pelo que existirá menos perdas por este meio. O teor de MS, está também negativamente correlacionado com as perdas por efluentes, sendo que a partir dos 30% de MS deixa de haver efluentes, no entanto a qualidade dessa forragem é geralmente de pior qualidade devido à sua maturidade, mas geralmente a silagem sofre perdas de 5% MS devido aos efluentes, visto que a água expulsa do silo pela compactação da forragem, arrasta consigo açúcares, frações azotadas, minerais, vitaminas e ainda outros componentes como o ácido láctico que são importantes na manutenção e conservação da forragem. Por fim, temos as perdas do uso da silagem para a alimentação que podem corresponder a valores superiores a 5% da MS, onde estão incluídas as perdas mecânicas da ensilagem, transporte e distribuição da mesma, que podem ser reduzidas pelo uso de equipamento adequado, e as perdas químicas, que ocorrem quando a silagem fica exposta ao ar, começando a sua degradação. Devido a todas estas perdas, que podem chegar a 50% da MS, quando está

técnica de conservação é utilizada subóptimamente ou incorretamente. Vimos por isto a necessidade de um cuidadoso planeamento, uso de equipamento correto e operação do mesmo, para garantir um uso sustentável da técnica de conservação por silagem. A criação de infraestruturas, no sistema convencional de ensilagem, quer as verticais herméticas, as trincheiras horizontais, elevadas em plataformas ou com paredes de betão, requerem investimentos e são difíceis de gerir para garantir fermentações excelentes, que nem sempre são possíveis e chegam a gerar normalmente perdas totais de MS entre os 20-40%. Em alternativa a esses métodos, a formação da silagem em grandes sacos de plástico, é uma forma fácil, segura e económica, devido ao menor número de operações necessárias, que permite condições ótimas de fermentação à forragem. A formação da silagem em grandes sacos de plástico, permite assim, silagens de grande qualidade com elevada digestibilidade da MS, devido à rápida condição de anaerobiose que é atingida e diminuindo assim ainda as perdas por fermentações secundárias. A grande versatilidade desta técnica, relativamente ao tamanho dos silos, permite também um maior ajustamento em função das necessidades, produções, manejo e consumos das explorações. Ainda que existem, conservantes ou aditivos que são adicionados à forragem para que através, de vários mecanismos, ajudem a criação do ambiente de conservação, mais modernamente os inoculantes. No entanto, nem todas as forragens estão sempre possíveis de ensilar com sucesso, pois a forragem deve ter um teor de MS perto dos 35%, para inibir a fermentação butírica, caso contrário irá existir uma degradação da forragem, não sendo por isso garantir uma boa conservação da mesma, estas situações ocorrem quando a forragem é constituída por plantas jovens, com alto valor nutritivo, como as leguminosas ou gramíneas muito fertilizadas, que contem baixos teores de MS. Os níveis de proteína bruta também são um dado a ter em conta pois teores que ultrapassam os 15% na MS, como os que ocorrem nas forragens de leguminosas de alto valor proteico, têm um elevado poder de tampão, que impede o abaixamento do mesmo, necessário para criar o ambiente necessário à conservação da forragem. Nestas situações, juntamente com as forragens de baixos teores de glúcidos solúveis ($\leq 12\%$ MS), é aconselhado a pré-secagem da forragem antes de ser ensilada, esta secagem permite a ensilagem de forragem de plantas jovens, altamente nutritivas, poderá ainda melhorar consideravelmente a qualidade de conservação das forragens de baixos teores de glúcidos solúveis, pois é necessário uma menor quantidade de ácido láctico para impedir as fermentações butíricas e as restantes, o permitirá aumentar a quantidade ingerível e suprime ainda todas as formas de perdas líquidas na conservação. Já as plantas com elevados teores de açúcares solúveis (\geq

12% MS) na fase de corte, são ideais para ensilagem pois contêm naturalmente o substrato ideal, para bactérias lácticas que rapidamente criarão o meio para a conservação da ensilagem.

Freixial e Alpendre (2013c) referem a criação de enfardadeiras de grandes fardos cilíndricos ou paralelepípedicos, que permitem a conservação de forragem com diferentes teores de humidade, sendo extremamente versátil, podendo criar fardos semelhantes à fenação clássica em grandes dimensões, ou à criação de silagem ou feno-silagem se a forragem tiver elevados teores de humidade, garantindo as condições de anaerobiose necessárias á sua conservação, através do envolvimento dos fardos com películas de plástico, que conseguem isolar o fardo do exterior, permitindo a este conservar-se mesmo com teores de humidade de 40-60%. Estas enfardadeiras, têm ainda um grande rendimento de trabalho, devido ao seu tamanho e versatilidade, permitindo a simplificação da cadeia de conservação, menores perdas no processo conservativo, melhor qualidade da forragem conservada, reduções de custos da conservação e a rápida desobstrução das parcelas usadas.

Freixial e Alpendre (2013c) referem ainda a necessidade de os grandes fardos cilíndricos e paralelepípedicos terem faces densas e lisas para melhor resistir às condições meteorológicas, ou caso sejam fardos de feno-silagem, estes devem ser envoltos entre 1 a 2 horas após o enfardamento, para garantir a sua qualidade e o mínimo de perdas do alimento, que apenas poderá ser ingerido pelos animais após 28 dias de ocorrer a sua fermentação. A forragem para estes fardos, deve ser cuidada, sendo o estado de maturação das plantas ao corte especialmente importante, pois o teor de humidade e açúcares solúveis devem ser elevados, enquanto que os teores de proteína bruta baixos, para o sucesso da conservação da forragem, de realçar também que teores de humidade muito acima dos 60% favorece o desenvolvimento de bactérias *Clostridium*, responsáveis pela degradação da forragem, pelo contrário se existir teores de humidade muito baixos é também desvantajoso para a conservação pois não irá existir crescimento bacteriano láctico suficiente para fazer baixar o pH e inibir o crescimento das bactérias *Clostridium*. Caso, não seja possível o corte na altura desejável, a forragem com predominância de caules mais lenhificados, estes devem ser reduzidos em tamanho para ajudar na compactação do fardo. A utilização de inoculantes na silagem para ajudar a fermentação, reduz as perdas de matéria seca, enquanto reduz também o crescimento de bolores levando a um melhor aproveitamento dos animais. Na feno-ensilagem, os fardos devem ser bem comprimidos, para a expulsão do máximo de ar, minimizando assim a o desenvolvimento de bolores e leveduras, e depois envolvidos assim que possível, em pelo menos 6 camadas de plástico de boa qualidade para assim garantir a

sua isolamento. No entanto, os fardos cilíndricos devido ao seu formato, têm de ser individualmente envolvidos em plástico para garantir as condições de anaerobiose necessárias para uma boa conservação, o seu formato também não rentabiliza o espaço no transporte nem nos fênis, tornando-os mais caros de transportar e armazenar, para além dos custos de adicionar mais uma operação à conservação da forragem, do preço do plástico e da máquina envolvente. Os fardos, devem ainda ser guardados em sítios seguros e pouco acessíveis para diminuir danos causados por pragas, predadores ou potenciais estragos. Na sua utilização estes devem ser abertos imediatamente antes da sua utilização e caso exista porções deterioradas devem ser eliminadas, para não causar potenciais transtornos digestivos aos animais. A utilização de comedouros, para a distribuição dos fardos, diminui os desperdícios da alimentação, quando comparados com a distribuição no chão, porém parece não existir diferenças relacionadas com o formato do comedouro.

2.3. Melhoria sustentada de sistemas de produção de ruminantes em condições mediterrâneas.

Como foi possível observar nos capítulos anteriores, a capacidade de Portugal providenciar alimentação a nível da carne, sem recorrer à importação de outros países, foi no período de 2017-2020 de 80%, no entanto este número mascara a necessidade da importação de cereais usados na engorda dessa carne pois Portugal apenas produz 20.5% dos cereais consumidos (INE, 2021b). A razão para tal importação de cereais será devido em geral, à baixa fertilidade dos solos e o clima mediterrânico que juntamente com a mecanização e má gestão deixaram os solos ácidos e com baixo teor de matéria orgânica deixando-os pouco produtivos, sendo por isso pouco adaptados à produção de cereais, tal conjuntura terá levado a que os produtores tivessem escolhido cada vez mais a produção de ruminantes como alternativa (Carvalho, 2018a).

Segundo o INE (2021a) em 2019 e em relação a 2009 as terras aráveis (fig. 2.3.1), têm continuado o seu decréscimo, sobretudo devido à redução das áreas de cereais para grão (-32.2%) e da batata (-28.6%). No entanto, existiu em significativo crescimento das leguminosas para grão (+41.2%), sobretudo como componente da prática agronómica “greening”, as hortícolas também tiveram um aumento de (+8.3%), relacionado com o aumento de investimento em áreas de estufa. Por fim, os prados temporários e as culturas forrageiras cresceram 12.0%, ocupando já 49.8% da área das terras aráveis em 2019.

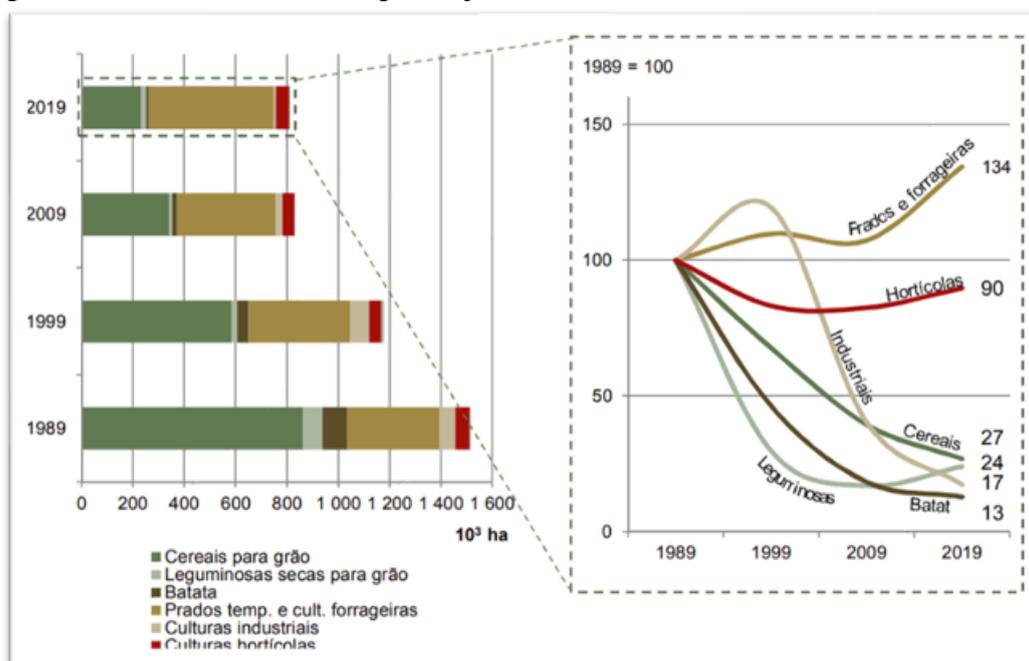


Figura 2.3.1 - Evolução da escolha de culturas temporárias ao longo de 1989-2019. **Fonte:** INE (2021a).

Na SAU, 51.7% já é composta por pastagens permanentes, no entanto a maioria é composta por pastagens permanentes pobres, sem qualquer intervenção agronómica o que leva a que estas pastagens sejam pouco produtivas, sendo apenas 28.4% do total das pastagens permanentes semeadas e/ou melhoradas, o que significa que quase 75% das pastagens permanentes caso sejam alvos de práticas de melhoramento podem aumentar a sua produção de UFs.

2.3.1. A ocupação da SAU em Portugal.

Conforme abordado anteriormente, em condições mediterrâneas, as curvas médias de produção das pastagens de sequeiro são bastantes irregulares, essencialmente devido a questões de natureza climáticas, sendo os períodos de Inverno e Verão os mais críticos com mesmo baixa ou nula produção, pelo que os sistemas de produção de ruminantes, estão muito dependentes de forragens conservadas para os períodos de escassez, cuja produção requer uma maior complexidade, o aumento dos custos de produção e uma menor produção dos ruminantes visto que os alimentos conservados nem sempre asseguram planos alimentares adequados.

Segundo Crespo (2006), o Alentejo possui uma estrutura fundiária adequada à possibilidade de manutenção dos animais em pastoreio ao longo de todo ano, infelizmente esse não é o caso para o resto do país. Essas mesmas condições climáticas, são favoráveis ao desenvolvimento das leguminosas pratenses e forrageiras que conseguem fixar a Azoto através da simbiose com os rizóbios. Esse azoto não só melhora a quantidade e qualidade da pastagem, com o seu maior teor de proteína e ingestão, a baixo custo como também ajuda a recuperar a fertilidade do solo. As gramíneas por sua vez aumentam a produção de pastagem especialmente importante no Inverno, quando as leguminosas têm um baixo índice de produção, do ponto visto nutritivo também são importantes devido ao seu rácio de energia/proteína e ainda absorvem o excesso de azoto, evitando assim espécies invasoras nitrófilas como os cardos.

Smart (2010) refere que as pastagens permanentes de sequeiro são a base da produção pecuária sustentável nas condições mediterrâneas, mesmo que o aproveitamento da pastagem pelos ruminantes a pastoreio seja menos eficiente quando comparado com métodos mecânicos de colheita, considerando a necessidade de forragem as opções forrageiras baseadas em misturas de leguminosas e gramíneas anuais com capacidade de recrescimento

e aproveitamento misto (pastoreio e corte mecânico), como uma necessidade estratégica eventualmente a acontecerem em regadios “sustentados”.

Freixial (2016) refere que de facto, com os custos de produção a aumentarem, impõem-se a sua eficiente utilização, sendo o sistema de ruminantes em pastoreio um dos mais importantes para a sustentabilidade económica, visto que o pastoreio traz muitas vantagens nesse aspeto, reciclando nutrientes, através das fezes e urina, reduzindo assim as quantidades necessárias de adubo e reduzindo as horas de trabalho mecânicas necessárias, para além desses aspetos, o pastoreio racional (sem que exista sobre ou sob pastoreamento), também é um benefício para o ecossistema, promovendo a biodiversidade, especialmente em áreas desfavorecidas, sem potencial para outras atividades produtivas, onde as pastagens conseguem melhorar as condições físicas, químicas, biológicas e a fertilidade dos solos, permitindo que estes recuperem a sua capacidade de produção agronómica e ambiental, influenciando assim as cadeias de produção e os benefícios que podem daí surgir.

Freixial (2016) acrescenta ainda, que sendo o solo a base dos sistemas de produção, bem como do ordenamento do território, ambiente e sustentabilidade do “mundo rural”, é necessário que este se mantenha com as suas características originais e sempre que possível melhorado, evitando que este seja degradado, erosionado e que acaba nas linhas de água. Este ciclo de degradação de solos, pode ser melhorado com a constituição de pastagens permanentes biodiversas ricas em leguminosas que contribuem para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas dos solos (capítulo 2.5). A correção, quando necessária, da acidez dos solos, visto que cerca de 80% dos solos nacionais são ácidos, o que pode inviabilizar a instalação e manutenção da pastagem (capítulo 2.4), juntamente com a fertilização racional de pelo menos o fósforo, necessário para o desenvolvimento e persistência das leguminosas. Eventualmente a melhoria do solo irá garantir uma pastagem com potencial quantitativo e qualitativo, que poderá ser acelerada com a sementeira direta (SD) (capítulo 2.6), que permitirá a renovação e instalação de pastagens, aproveitando o substrato existente, sem perturbar o efeito continuado no ano de instalação, nem o planeamento da estratégia do plano alimentar dos ruminantes, isto é importante pois o ritmo de crescimento inicial das espécies utilizadas nas instalações de pastagens são lentos e também devido à reduzida suscetibilidade a erosão que esta técnica provoca no solo. Todas estas técnicas, permitem intensificar a produção de ruminantes, trazendo sustentabilidade ao sistema. O manejo da pastagem (capítulo 2.9), ou o conjunto de técnicas usadas para que se consiga o máximo de produtividade sem prejudicar produções futuras, como as

características do solo e a persistência da biodiversidade da pastagem, bem como qualquer outra medida que permita melhorar a eficiência da utilização dos recursos ou bem-estar animal, serão também importantes para a manutenção da sustentabilidade dos sistemas de produção à base de ruminantes em condições Mediterrâneas.

2.4. Produção de pastagens em solos ácidos e a sua fertilização e correção.

Segundo Freixial (2016), cerca de 80% da SAU dos solos nacionais são ácidos, havendo ainda toxicidade de Alumínio e Manganês em alguns desses solos, pelo que a correção desses solos será crucial para aumentar a sua produtividade, pois estes podem inviabilizar a instalação e manutenção das pastagens especialmente em solos litólicos como os podzóis e regossolos.

Carvalho et al. (1991) referem que em solos ácidos, o fator limitante para o crescimento de trevo subterrâneo é devido á elevada absorção de manganês (Mn) e baixa absorção de magnésio (Mg), levando a uma baixa relação Mg/Mn dentro do trevo, o que leva a crer que o fator limitante é a baixa relação Mg/Mn e não a concentração desses dois iões dentro da planta. Esta teoria é verificada frequentemente em solos ácidos (*in situ*) quando existem no terreno, manchas verdes na projeção da copa das árvores, contrastando com a paisagem avermelhada provocada pela predominância das espécies de *Rumex* (fig. 2.4.1.) ou uma paisagem branca pela predominância das espécies *Chamaemelum* (fig. 2.4.2.) nos solos ácidos. O solo debaixo da árvore tende a ser menos ácido, pois têm maior teor de matéria orgânica, menor teor de Manganês e maior de Magnésio, condições mais favoráveis ao crescimento do trevo.



Figura 2.4.1. - *Rumex* (erva azeda, esquerda) espécie mais adaptadas a solos ácidos. **Fonte:** Freixial (2016).

Figura 2.4.2. - *Chamaemelum* (Margaças, direita), espécie mais adaptadas a solos ácidos. **Fonte:** Freixial (2016).

Segundo Carvalho e Carvalho (1991), após o primeiro corte da pastagem o recrescimento do trevo é mais afetado pela toxidade que no seu crescimento inicial, devido á diminuição da razão Mg/Mn dentro do trevo, resultando num menor e mais lento crescimento, dando vantagem ao crescimento de vegetação espontânea na pastagem.

Carvalho e Carvalho (1991) referem que a aplicação de carbonato de cálcio em solos com toxicidade de Manganês aumenta a razão Mg/Mn dentro das plantas reduzindo assim a absorção de manganês, por sua vez a aplicação de sulfato de Magnésio tem o mesmo efeito nas plantas, mas através do aumento da absorção de Magnésio, e juntando esses dois princípios culmina na aplicação de calcário dolomítico, que poderá ser a solução para resolver o problema da toxicidade por manganês.

Freixial (2016) escreveu assim que quando a acidez do solo seja corrigida e as plantas possam ter uma relação Mg/Mn que lhes permita um bom desenvolvimento, juntamente com fertilização racional de fósforo e outros elementos que possam estar em baixas concentrações, após feitas análises ao solo, possam dar um ambiente com alto potencial quantitativo e qualitativo à pastagem para que esta consiga persistir no terreno, por ter mais capacidade competitiva que a vegetação espontânea que é mais resistente à toxicidade por manganês, menos nutritiva e menos palatável aos ruminantes.

Segundo Carvalho (2018b) os sistemas de pastagem de sequeiro têm a sua produtividade facilmente melhorada através da correção da acidez do seu solo e da aplicação de fósforo, que por sua vez permitirá o aumento de animais na exploração, no entanto, é sempre necessário acompanhar também a produção de forragens de qualidade e a preços compatíveis para mitigar os riscos de menor produção dos anos de seca. Quando a correção e a fertilização do solo, estiverem corrigidas, poderemos encarar a necessidade de introdução de espécies para reforçar a composição florística e para um aumento quantitativo e qualitativo do alimento fornecido e para a persistência da pastagem. Nestas condições o aumento da eficiência da produção das pastagens em sequeiro é importante, sendo a solução a sementeira cedo, para maximizar o crescimento de outono/inverno/primavera e em regadio na opção das culturas de outono/inverno/primavera para maximizar a eficiência da utilização da água, permitindo o uso de regadio de solos considerados marginais para a rega, mas que se torna possível através de aquíferos e pequenas barragens, sendo que para maximizar os resultados a melhoria da transitabilidade e drenagem do solo é fundamental, para atenuar a imprevisibilidade do nosso clima.

Também Serrano (2006), citado por Serrano et al. (2020), afirma que o solo da região é frequentemente ácido. Serrano et al. (2020) afirma ainda, citando Guevara-Escobar et al. (2007) e Gómez-Rey et al. (2012), que certas áreas de pastagem devido ao “lixiviamento” de nitratos e acumulação de MO tendem a acidificar, o que juntamente com o problema de toxicidade de Mn, resulta numa grande limitação de produção de forragens e pastagens em

cambisolos ácidos do sul de Portugal sob o ecossistema do Montado.

Novamente Serrano (2006), citado por Serrano et al. (2020), sugere a correção do solo com calcário dolomítico que no estudo subiu a relação de Mg/Mn de 1 para 3, em dois anos, que juntamente com o aumento do pH permitiu uma grande melhoria na fertilidade do solo. Este resultado é ilustrado pelo facto de espécies adaptadas a elevadas disponibilidade de manganês e baixa relação Mg/Mn, do género *Rumex* e *Chamaemelum*, desaparecerem após a correção do solo, com calcário dolomítico, devido à sua vantagem competitiva ter desaparecido, levando a que espécies com mais necessidades, e por sua vez mais produtivas e nutritivas, consigam crescer, mas sendo este um processo lento e gradual, requer uma monitorização periódica do solo e das plantas bioindicadores, neste caso do géneros *Rumex* e *Chamaemelum*, para que quando essas plantas mais adaptadas ao elevados níveis de Mn e relações de Mg/Mn aparecerem, seja aplicado outra correção de calcário dolomítico ao solo, com o objetivo de formar uma pastagem com a presença de leguminosas, muito importantes no melhoramento do valor nutricional da pastagem.

Carvalho (2018a), volta a concordar que que é a razão dos iões Mg/Mn, dentro da parte aérea da planta (fig. 2.4.3), que permite que esta resista á toxicidade de manganês no solo, acrescenta ainda que os solos ocupados por montado tendem a ser pouco férteis, em especial os derivados de granitos e rochas afins, pois normalmente existe uma toxicidade de Mn, que tende a ser o fator limitante nestas condições, limitando assim a produtividade e longevidade da produção de pastagens com leguminosas, sendo a correção prévia á sementeira com calcário dolomítico indispensável para aumentar a produção e sustentabilidade da pastagem através da correção dessa toxicidade.

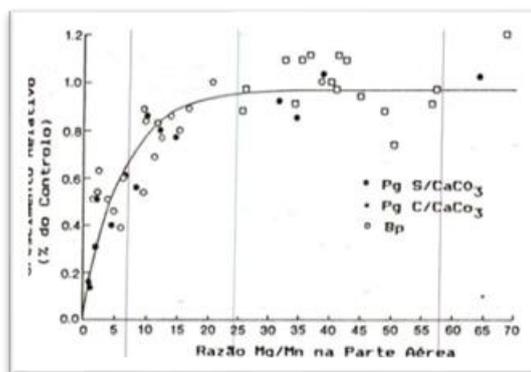


Figura 2.4.3 - Crescimento do trigo em função da razão Mg/Mn da concentração interna dos dois iões na planta. **Fonte:** Goss e Carvalho (1992).

Carvalho (2018a) acrescenta ainda que em situações nas quais a degradação das pastagens é tal que não permite a existência de um banco de sementes de espécies com potencial quantitativo e qualitativo, a correção do solo e fertilização da pastagem, são práticas que mesmo existindo podem não ajudar a resolver o problema. Nestas situações, a reversão da já referida insustentabilidade provocada por erros no manejo da pastagem, a reversão pode ser assegurada com recurso à introdução de pastagens biodiversas ricas em leguminosas (PBRL).

2.5. Pastagens Biodiversas Ricas em Leguminosas nas Condições do Sequeiro Mediterrâneo.

Segundo Carvalho (2018a), as PBRL são assim chamadas porque são constituídas por várias espécies e variedades de plantas, com uma percentagem de leguminosas presentes superiores a 25% e porque possuem uma elevada persistência, mínimo 10 anos.

De acordo com Crespo (2006), o clima mediterrâneo possui as condições climáticas adequadas para o desenvolvimento das leguminosas pratenses forrageiras e à fixação simbiótica do azoto pelas mesmas. Este processo, melhora a qualidade e produção das pastagens e forragens, tornando-as mais digeríveis e com maior teor de proteína, reduz os custos de adubação azotada e recupera a fertilidade do solo. As gramíneas, por sua vez utilizam a maior quantidade de azoto disponível, para aumentar a sua produção, tornando-se mais regular ao longo do ano, balanceiam o aspeto nutritivo das pastagens (rácio energia/proteína) e ainda removem o excesso de azoto, evitando assim a invasão da pastagem por espécies nitrófilas como os cardos (fig. 2.5.1).



Figura 2.5.1 – Cardos, plantas espinhosas não apreciadas pelos ruminantes. **Fonte:** Freixial (2023).

Crespo (2015), refere as pastagens e forragens biodiversas ricas em leguminosas (PBRL e FBRL), como um modelo eficiente de melhoramento das pastagens e forragens, com o objetivo de obter uma elevada produção de pastagem de qualidade, com elevada ingestão, nutricionalmente equilibradas em proporção de proteína, energia e minerais, contendo ainda taninos condensados e vitaminas que são importantes para a saúde animal e no melhoramento da qualidade da carne e do leite. Formadas por misturas biodiversas de leguminosas e gramíneas, anuais e perenes de origem mediterrânea, o que permite uma fotossíntese eficiente devido ao maior índice de área folhear e os vários ângulos de interceção

para radiação, bem como uma maior absorção de nutrientes do solo devido a um sistema radicular mais e denso e profundo. Misturas escolhidas, tendo em conta as características do solo onde serão instaladas (pH, textura, drenagem, profundidade etc.), do clima (a quantidade de chuva anual, a sua distribuição e as temperaturas mínimas) e também do tipo de ruminantes a utilizar. Ainda, com a inoculação de *Rhizobium* específicos, nas sementes de cada espécie de leguminosa para maximizar a fixação do azoto, podendo este ajudar a fixar entre 75-150 kg N/ha/ano. Utilizam-se depois 10-20 espécies, que correspondam às características acima referidas para as pastagens permanentes e 6-10 para as forragens anuais, juntamente com algumas espécies que possuem taninos condensados, que possuem uma baixa capacidade metanogénica. A longa duração das PBRL, quando semeadas com uma mobilização mínima ou por sementeira direta, usam baixos consumos de energia fóssil, e sendo pastoreadas durante todo o ano entre 65-80% dos minerais presentes nas plantas são devolvidos ao solo através dos excrementos dos animais, o que leva a que apenas possa ser necessário adubações de pequenas quantidades de fósforo e ainda de menores quantidades de potássio. Com o seu estabelecimento, as PBRL trazem ainda benefícios para o solo e o ambiente como, um controlo da erosão e maior infiltração da água no solo promovendo uma melhor qualidade da água e um solo mais fértil, promove ainda o controlo dos arbustos invasores que promovem os fogos, melhorando assim as paisagens com uma maior biodiversidade do ecossistema, ainda com o benefício de ser necessário menos dependência de alimentos concentrados, que são caros e têm uma elevada pegada de carbono.

Ainda para Crespo (2015), as características gerais das plantas usadas nas PBRL são leguminosas e gramíneas anuais com boa capacidade de produção de semente, com capacidade de ressementeira anual e também com capacidade de produção de sementes duras. Podem ainda utilizar-se em algumas condições leguminosas e gramíneas perenes com dormência estival ou raiz profunda. Refere ainda, a importância para o sucesso das PBRL e FBRL (fig. 2.5.2 e 2.5.3) de uma sementeira feita cedo no outono, antes ou logo após, das primeiras chuvas para garantir condições competitivas sobre a vegetação espontânea e uma nodulação efetiva das leguminosas. Uma fertilização racional, pois apesar da pastagem poder ser autossuficiente em azoto, pode requerer outros macronutrientes como potássio, cálcio, enxofre, magnésio, mas principalmente fósforo e ainda micronutrientes como molibdénio, boro, zinco, manganês, cobre, ferro e cobalto. O manejo, com pastoreio que permita pastagens durante todo o ano ajustadas à produção e manutenção do banco de sementes, pastoreio intensivo durante algumas fases do Inverno para controlo de infestantes e pastoreio

intensivo no verão para limpar os resíduos das pastagens para permitir uma boa regeneração natural da pastagem após as primeiras chuvas de outono.



Figura 2.5.2 - Pastagem Biodiversa Ricas em Leguminosas (esquerda). **Fonte:** Crespo (2006).

Figura 2.5.3 - Pastagem Biodiversa Ricas em Leguminosas (direita). **Fonte:** Crespo (2006).

Dias (2021), acrescenta ainda que as PBRL, disponibilizam mais alimento para os animais e também mais matéria orgânica (MO) no solo, sendo que o teor de MO é importante, pois altos valores tornam o solo mais fértil, mais resistente à erosão e com maior capacidade de reter água. Devido, a serem constituídas por várias espécies e cultivares de plantas, as pastagens têm maior resistência às variações meteorológicas como secas e baixas temperaturas, adaptando-se também aos vários tipos de solos mesmo dentro da mesma parcela, ao contrário do que aconteceria se fosse usado apenas uma espécie de planta. Do ponto de vista econômico é também vantajoso em relação às culturas forrageiras tradicionais, pois apesar de terem custos de instalações superiores, se forem bem geridas a médio prazo, provam ter menos custos de produção e manutenção, em conjunto com a sua longa duração e constante produção de alimento. As pastagens biodiversas, têm naturalmente valores altos de teores de proteína de qualidade e com grande palatabilidade, devido à sua biodiversidade, oferecendo um alimento mais completo e equilibrado em energia/proteína, rico em vitaminas e sais minerais, bem outros elementos que tornam mais eficaz a digestão da erva pelos animais a pastoreio. Para o sucesso das PBRL, antes de estas serem semeadas, é fundamental fazer uma análise ao solo, pois só assim podemos saber quais as maiores carências que o solo apresenta e caso sejam necessárias e fazer correções para obter os melhores resultados na pastagem. Na escolha das sementes, deve-se utilizar espécies de ressementeira natural, com interesse para o melhoramento da pastagem e com uma boa adaptação às condições edafoclimáticas do local a semear. A preparação do terreno, para a sementeira pode ser feita

com mobilizações mínimas do solo, ou em sementeira direta (SD) no outono, quando possível no início das primeiras chuvas (fig. 2.1.3.1) com a temperatura do solo acima dos 16°C.

2.5.1. Pastagens biodiversas: Quantidade, qualidade, estabilidade produtiva e resiliência.

Segundo Crespo (2015), a chave para as pastagens se adaptarem às condições do solo e ganhar resiliência às alterações climáticas é a biodiversidade orientada, sendo exemplos a sementeira de várias espécies de ressementeira natural, que ocupam o mesmo nicho na pastagem, mas com diferentes características de comprimento do ciclo vegetativo e o grau de dureza das suas sementes, que permite à pastagem ter sempre, pelo menos algumas espécies adaptadas ao padrão de chuva desse ano.

Freixial e Barros (2012a) também referem que ao instalar pastagens no clima mediterrâneo de sequeiro, se devem utilizar várias espécies e cultivares, sobretudo anuais de gramíneas e leguminosas, para que estas ao completarem o seu ciclo vegetativo, formem sementes, antes do período estival, para assim assegurarem a sua permanência nas pastagens. Também, podem ser utilizadas algumas vivazes, desde que estas tenham grande capacidade de resistência ao período estival, quer através de dormência fisiológica, raízes profundas para obtenção de água ou uma boa capacidade de recrescimento no período de outono/inverno/primavera. Estas espécies, originárias da bacia mediterrânea, estão adaptadas à precipitação e temperatura imprevisíveis deste clima, incluindo a resistência a fogos. Produzindo, grandes quantidades de sementes, com algumas das espécies possuindo a habilidade de se ressemearem naturalmente, outras espécies produzem sementes com elevado grau de dureza, tornando-as temporariamente impermeáveis, para impedir que, caso a estação tenha umas primeiras chuvas seguidas por um período longo sem nova precipitação, estas germinem e depois sequem, comprometendo assim, a sua persistência na pastagem.

Crespo (2006), refere a função estabilizadora, nas produções de biomassa, que a biodiversidade das espécies têm, nas pastagens de sequeiro em clima mediterrâneo, ajudando assim a diminuir as diferenças de produção dentro do ano e entre anos. De facto, a sementeira com várias espécies adaptadas a condições ligeiramente diferentes do solo, como pH, fertilidade, profundidade, drenagem, etc., permite que as espécies mais adaptadas a cada zona de heterogeneidade presente dentro dos solos da pastagem, se afirme nessa zona,

criando assim vários nichos dentro da pastagem e aumento a sua produção. A biodiversidade, contribui ainda para aumentar a persistência de espécies e cultivares na pastagem, com os seus diferentes ciclos vegetativos, que com a característica de precocidade diferentes, que permite que em anos de menor precipitação ou em solos mais delgados, as cultivares mais precoces sobrevivam, enquanto que em primaveras com precipitação mais prolongada ou com solo mais profundo, as cultivares mais tardias conseguem assegurar a sua persistência e assegurar uma maior produção.

Freixial (2019a) menciona ainda que a região mediterrânea é o centro de origem de uma variedade de culturas importantes, muito devido às condições climáticas, onde a chuva é muito variável dentro e entre anos, mas este clima juntamente com a destruição da cobertura vegetal, nas mobilizações da agricultura, levam a uma conseqüente degradação dos recursos, que afetou negativamente as plantas, animais e microrganismos, levando a drásticas reduções nos seus números ou mesmo à sua extinção. No entanto, o uso da SD permite através da redução das perdas do solo e pela manutenção da cobertura do mesmo, a formação de um habitat favorável a espécies que se alimentam de pragas, criando o início de uma cadeia alimentar que atrairá outros animais, que quando juntos a práticas como a rotação de culturas, manutenção de resíduos e culturas de cobertura, mantêm a biodiversidade genética, beneficiando assim a paisagem rural, de uma forma sustentável e produtiva. As manutenções de resíduos das culturas, permitem um maior número e população de espécies de aves, juntamente com uma maior taxa de nidificação com sucesso, devido não só a menor predação e destruição dos ninhos por máquinas agrícolas, mas também por maior abundância de artrópodes para se alimentarem, favorecendo assim a biodiversidade na pastagem.

Rodrigues (2015) refere a forte acumulação de matéria orgânica destas pastagens, que ocorre durante o inverno, com a decomposição das raízes e resíduos, sem que haja interrupção do ciclo de produção, o que permite um sequestro de Carbono pelas PBRL muito acima das pastagens naturais, juntamente com a maior produtividade, biodiversidade da fauna, retenção de água e menor erosão.

2.6. Importância da sementeira direta na introdução de novas espécies/cultivares na pastagem.

Segundo Freixial (2016), “Designa-se por sementeira direta operação de sementeira de culturas em solos não mobilizados mecanicamente e nos quais a única preparação mecânica é a abertura de um sulco que apenas possui a secção e profundidade suficientes para garantir uma boa cobertura da semente”, esta técnica elimina assim, as operações de mobilização do solo necessárias no sistema convencional e os seus custos inerentes, evitam por isso perdas de solo por erosão causados pelos elementos e permite ainda a instalação ou renovação de pastagens ou forragens, sem a destruição da estrutura do solo, permitindo o pastoreio de ruminantes no inverno e primavera do ano de instalação, sem causar danos significativos de compactação. A manutenção de resíduos na superfície, que protegem o solo da irradiação solar, baixa também a evaporação hídrica do solo, bem como cria um ambiente promotor da criação de matéria orgânica, assim, a sementeira direta é uma válida opção (fig. 2.6.1), para acrescentar espécies adequadas às características de cada zona, como os tipos de solos e precipitação, quando a produção existente é fraca ou de baixa qualidade.



Figura 2.6.1 - Sementeira direta, em solo com resíduos, sem mobilização. **Fonte:** Freixial (2016).

Ainda segundo Freixial (2016), os semeadores (fig. 2.6.2 e 2.6.3), para ser utilizados em sementeira direta nas pastagens, devem “possuir características de robustez e elevada capacidade de penetração em solos não mobilizados, possibilidade de operar com resíduos à superfície, capacidade de regulação dos distintos órgãos para as diferentes condições do solo na altura da sementeira, boa capacidade e regulação da densidade e sobretudo da profundidade de sementeira (sementes de calibre reduzido).”



Figura 2.6.2 - Vista lateral de uma máquina de sementeira direta. **Fonte:** Freixial (2012).

Figura 2.6.3 - Vista traseira de uma máquina de sementeira direta. **Fonte:** Freixial (2012).

Carvalho (2018b) refere que uso da sementeira direta permite, em poucos anos, aumentar a estabilidade da estrutura e a macroporividade biológica contínua no perfil do solo. Estas duas características, são fundamentais para o aumento da condutividade hidráulica saturada do solo, que num solo argiloso, duplicou e quadruplicou a 25 e a 50 cm de profundidade, respetivamente, ao fim de 6 anos. Em conjunto, com o aumento da transitabilidade, derivada do aumento da coesão do solo não mobilizado, permite a entrada nas culturas, para cumprir o itinerário técnico indispensável para garantir elevadas produções e o manejo da pastagem sem causar danos no solo e na cultura.

Ainda segundo Carvalho (2018a), as pastagens são reconhecidas, pelo seu papel na recuperação da fertilidade dos solos, através do aumento de matéria orgânica e melhoria da estrutura do solo, no entanto, para tal acontecer é necessário tempo, a presença de resíduos vegetais e fezes de animais e a ausência de mobilização dos solos, apoiando-se na experiência de Russel (1973) (tabela 2.6.1), onde numa pastagem permanente com 100 anos, em Inglaterra que têm um potencial de mineralização menor que Portugal, o solo foi mobilizado para fazer uma nova sementeira de pastagem, onde mesmo assim foi preciso 18 anos, para os valores de matéria orgânica reverterem aos anteriores à mobilização. Na mesma

pastagem, quando foi introduzido uma rotação de culturas anuais, com as mobilizações necessárias, ou uma rotação de culturas anuais e pastagens temporárias, foi observado uma constante diminuição no teor de matéria orgânica.

Tabela 2.6.1- Evolução do teor em Carbono de um solo em % ao longo do tempo. **Fonte:** Russel (1973).

EVOLUÇÃO DO TEOR EM CARBONO DE UM SOLO (%)

	Campo sob cultivo anual antigo			Campo sob pastagem perm. antiga		
	Após 6 anos	Após 12 anos	Após 18 anos	Após 6 anos	Após 12 anos	Após 18 anos
Pastagem antiga	-	-	-	3.22	3.82	3.75
Nova pastagem	1.68	2.14	2.67	3.02	3.61	3.76
Rotação de culturas anuais	1.42	1.31	1.58	2.74	2.25	2.05
Rotação 3 cult. anuais seguidas de 3 anos de pastagem	1.62	1.43	1.61	2.80	2.45	2.11

De facto, segundo Carvalho(2018a), em condições mediterrâneas, só é possível, aumentar o teor de matéria orgânica, reduzindo a mineralização da mesma, com a ausência de mobilização dos solos e o retorno dos resíduos orgânicos ao solo, pelo que culturas anuais em solos degradadas, pouco profundos e com baixa fertilidade, que apresentam baixas produtividades são inviáveis, pois para além de produzirem poucos grãos também produzem fracos resíduos para retornar ao solo no fim do seu ciclo. Por essa razão, é mais económico, primeiro recuperar a fertilidade desse solo, através da instalação de pastagens produtivas.

De acordo com Blanco-Canqui e Ruis (2018), a técnica de sementeira direta têm efeitos positivos na maioria das propriedades físicas do solo, mas pode existir variações dependendo da sua composição e duração nesse sistema, sendo os efeitos positivos o aumento dos agregados em solos húmidos, a capacidade de resistir à erosão provocada pela chuva, aumento da capacidade de infiltração e retenção de água nos solos, redução da compactação do solo e aumento da sua condutividade térmica, contudo estas características parecem estar positivamente correlacionais com o teor de matéria orgânica no solo. Existe, no entanto, algumas inconsistências nos primeiros anos e principalmente nos primeiros 20cm do solo, onde a compactação, resistência à penetração do solo, estabilidade dos agregados secos e a condutividade hidráulica saturada, não são consistentes entre estudos e nos seus resultados. À medida, que os anos passam sem o solo ser mobilizado, a coesão e resistência

à penetração do solo vão decrescendo, quando comparados com solos mobilizados, enquanto que a estabilidade dos agregados húmidos aumenta, o que indica que, nos primeiros anos os solos em sementeira direta os solos correm riscos de ficar mais compactados, mas à medida que o solo melhora as suas propriedades e acumula matéria orgânica, os riscos de compactação diminuem. Referem, ainda que a técnica da sementeira direta é mais rápida e efetiva a melhorar as propriedades físicas do solo, em solos de textura média, do que em solos arenosos ou de textura fina. Adicionalmente, mencionam que práticas complementares, como culturas de cobertura, incorporação de excrementos dos animais, rotações de culturas com pastagens plurianuais, entre outras, poderão ser essenciais para ajudar a melhorar as propriedades do solo, onde apenas a técnica de sementeira direta terá resultados limitados.

Assim, Blanco-Canqui e Wortmann (2020) referem o uso contínuo da técnica de sementeira direta, como um dos pilares da agricultura de conservação para melhorar o solo e a sua produtividade assim como o ambiente, no entanto, pode não ser a melhor solução para todas as situações (Dang et al. 2015a; Pittelkow et al. 2015). Sendo, os benefícios o controlo da erosão por mobilização, vento e chuva, o aumento da retenção de água no solo e a redução dos custos das operações agrícolas (Grandy et al. 2006; Lewis et al. 2018; Obour et al. 2017), mas também levanta os seus desafios, como espécies de vegetação espontânea resistentes aos herbicidas (Dang et al. 2015a), a estratificação dos nutrientes e da matéria orgânica (Blanco-Canqui et al. 2011a, 2011b; Garcia et al. 2007), acidificação do solo (Barth et al. 2018), compactação do solo (Blanco-Canqui & Ruis 2018; Moreno et al. 2010), riscos de escoamento (Blanco-Canqui & Ruis 2018; Ghidey & Alberts 1998; Ranaivoson et al. 2005;) e solos impermeáveis (Blanco-Canqui, 2011). Para corrigir esses problemas, o uso de uma mobilização ocasional está a ser estudada (Kettler et al. 2000; Quincke et al. 2007; Moreno et al. 2010; Dang et al. 2015a, 2015b). Blanco-Canqui e Wortmann (2020), na sua revisão bibliográfica, onde usam dados maioritariamente da Austrália e EUA, revelam que a maioria dos solos em sistema de sementeira direta, são resilientes à ocasional mobilização e que, uma mobilização de 5-10 anos, demonstra poucos impactos negativos nos serviços dos ecossistemas do solo, sem perdas de matéria orgânica a longo termo. No entanto, os efeitos positivos são muitas vezes pequenos, inconsistentes e de duração inferiores a 2 anos, pois apesar de reduzir a compactação do solo e a estratificação dos nutrientes, matéria orgânica e pH, a maior produção que gera, geralmente não é suficiente para justificar o custo da mobilização. Por sua vez, no controlo de plantas espontâneas, resistentes aos herbicidas, a mobilização com arado de aivecas, é a que trás

mais benefícios ao enterrar as sementes ao mesmo tempo que transfere a MO, para as camadas mais baixas, sem grande impacto agronômico, desde que não exista grande erosão.

Çelik et al. (2019), por sua vez, na Turquia, em Vertisolos e sob um clima mediterrâneo, obtiveram resultados onde uma ocasional mobilização, especialmente quando usado o arado de aivecas, melhora as propriedades funcionais do solo, como a estabilidade dos agregados, resistência a penetração e compactação do mesmo, para níveis similares aos solos mobilizados convencionalmente, enquanto mantem os efeitos positivos do sistema de sementeira direta. No entanto, ao fim de 12 meses, quando os resultados foram recolhidos e apesar das melhorias das propriedades do solo, a capacidade de reter água nos primeiros 20cm do solo baixou, o que levou a menor produtividade da cultura, quando comparado pelo controlo.

2.6.1. A sementeira direta em novas áreas.

Freixial (2019b) refere a necessidade de um período de transição, até que a técnica de SD e o sistema de agricultura de conservação se consiga estabelecer, para a criação de uma rede de bioporos continua se estabeleça ao longo do perfil do solo e o estabelecimento do equilíbrio natural. Mas antes da adoção da técnica de SD devem ser feitas análises para perceber as suas características físicas e químicas, para as poder corrigir atempadamente bem como irregularidades á superfície, compactações e más drenagens, utilizando técnicas de mobilização do solo se necessário, pois como será, enquanto usar a técnica de SD a ultima vez a ser utilizada e se não forem remediados, podem impedir o bom funcionamento do semeador bem como dificuldade no crescimento radicular das culturas, baixando assim o rendimento das culturas e uma dificuldade na melhoria das características do solo. A escolha das culturas a semear é também uma escolha importante a planear, pois o crescimento radicular da cultura é feito preferencialmente através dos canais criados por culturas anteriores, que são também grandes contribuintes para a drenagem do solo, pelo que no ano de transição em que estes não estão criados é necessária prudência, quanto pior a estrutura e drenagem, maior o risco da cultura não atingir o seu potencial, e sendo os canais criados ao longo do tempo é benéfico começar com culturas com um sistema radicular muito ramificado e vigoroso, especialmente em solos mal estruturados, pelo que para instalar as culturas mais difíceis é muito benéfico, que nos anos anteriores se plante culturas com o mesmo tipo de sistema radicular, para que estas possam aproveitar os canais abertos e assim ter um

crescimento radicular facilitado.

Carvalho (2009) citado por Freixial (2016), classifica as pastagens, forragens e cereais de outono/inverno/primavera como as culturas mais fáceis de instalar com sucesso no primeiro ano, as leguminosas de grão de outono/inverno e as culturas de raiz aprumada regadas com dificuldades médias, as culturas de primavera de sequeiro com dificuldade grande e finalmente as culturas de primavera de raiz aprumada em sequeiro com muita dificuldade. Existe também uma classificação de solos para a inicial adaptação à SD, onde os solos com boa ou mediana estrutura, boa ou mediana drenagem e textura fina ou mediana são bons ou muito bons, se forem iguais à classificação anterior, mas de textura grosseira são bons, mas com riscos e por fim os solos de textura mediana ou fina, má estrutura, má ou deficiente drenagem iram ter muita dificuldade na adaptação inicial á SD.

Melado (2016) indica que a preparação de uma nova área para pastoreio deve seguir determinadas etapas, começando com amostragens do solo para verificar os seus parâmetros e depois corrigir as deficiências e preparar o solo, de seguida deve ser escolhida as espécies a instalar, seguido por um eficaz controlo de plantas infestantes, ou seja, aquando da formação da pastagem esta deve ser pastoreada racionalmente, sempre que o pisoteio não o prejudique, sem que haja nem sob/sobre pastoreamento, com uma adubação de reposição a acabar o ano agrícola para que a área se mantenha fértil.

2.6.1.1. A instalação de pastagens com sementeira direta.

Segundo Freixial e Carvalho (2013), “A oportunidade na sementeira é fundamental para garantir o êxito na instalação e renovação da pastagem”, assim, existem duas oportunidades de o fazer com sucesso, antes das primeiras chuvas, será a melhor época, desde que o semeador consiga abrir os sulcos nos solos coesos, não só porque as espécies semeadas iram ter as mesmas condições competitivas que a vegetação espontânea (fig. 2.6.1.1.1.), como promove a rápida emergência e nodulação efetiva das leguminosas. Nestas condições é natural um grau de infestação maior, devido a não haver nenhum controlo, mas que é compensado pelo pastoreio de Inverno, algo que não é possível na sementeira convencional, devido á expectável compactação durante o pastoreamento em solos

estruturalmente fracos devido a tal técnica de sementeira.



Figura 2.6.1.1.1 - A sementeira após as primeiras chuvas proporcionando à vegetação espontânea uma maior capacidade competitiva que a semeada. **Fonte:** Freixial (2012).

Ainda Freixial e Carvalho (2013) referem a segunda oportunidade de sementeira com sucesso, sendo após as primeiras chuvas e depois da emergência das infestantes, onde estas são controladas com um herbicida total, sistémico e sem ação residual (ex. Glifosato), e só depois é a pastagem semeada. Esta ação, enquanto viável em outonos onde chove cedo setembro/outubro, não é recomendada, quando as chuvas chegam tarde, pois o consequente abaixamento das temperaturas não é favorável à instalação de espécies sensíveis como a maior parte das leguminosas utilizadas, ocorrendo um atraso na emergência e deficiente nodulação. Em anos que chove cedo, a sementeira direta após aguardar pela emergência das infestantes, que são posteriormente controladas com um herbicida, é uma técnica viável de redução do grau de infestantes, em pastagens com elevada pressão de infestação. Em pastagens, é geralmente aconselhado fazer a instalação de novas pastagens por fases, em vez de todas num só ano, para que no primeiro ano da nova pastagem, o mais crucial para a instalar, se possa dar várias passagens por pastoreio no inverno, para controlar as infestantes, e na altura da floração deixar a pastagem repousar até que as sementes estejam maduras, onde depois, com outra passagem de ruminantes, que ao comerem a pastagem, limpam os resíduos, deixando a pastagem limpa para o próximo ano, enterram parte das sementes com o seu pisoteio enquanto se movem e dispersam as sementes que não são digeridas nos seus excrementos. Em zonas com muitos resíduos na superfície (mal pastoreadas), as sementes, especialmente as de menor calibre e porte prostrado a sub-prostrado, podem ter dificuldades na emergência e nos estádios iniciais de desenvolvimento, levando a uma instalação da pastagem deficiente, pelo que nesses casos seja necessário a remoção da maior parte desses resíduos, por pastoreio durante o verão. Outra razão para usar a sementeira direta é quando

com o passar do tempo a composição florística inicial da pastagem e o seu potencial produtivo começam a ficar comprometidos, por causa de condições climáticas, mau manejo ou pela interação entre os dois. A perda do potencial produtivo da pastagem quer quantitativo ou qualitativo, remete-nos para uma nova sementeira para restaurar a composição inicial de gramíneas e leguminosas. Por outro lado, em situações onde existiu um melhoramento das características físicas químicas e biológicas dos solos, pode ser benéfico acrescentar à pastagem espécies mais produtivas, como resultado existe a possibilidade do aproveitamento de novas espécies e cultivares. Nessa ocasião, é aconselhável a sementeira antes das primeiras chuvas, ou logo após, para que as novas espécies possam ter capacidade de competição igual às já instaladas.

Carvalho (2018b) refere que culturas semeadas, aquando das primeiras chuvas, por sementeira direta, juntamente com uma aplicação de 60 kg N/ha no início de novembro, permite maximizar o seu crescimento de Outono. Esse crescimento, permite às culturas reter o calor irradiante durante o Outono/Inverno, aumentando assim a temperatura do solo, levando a que haja um grande vigor das culturas à saída do inverno, que por sua vez, reduz a dependência que as culturas têm na precipitação da primavera, especialmente a de abril, permitindo regularizar, em alta, as produções, caso seja ano com seca. Outro benefício que advém da prática de sementeira direta, é a melhoria da transitabilidade (2.6.1.1.2), que permite a entrada nos terrenos para pastoreio e outras operações eventualmente necessárias.



Figura 2.6.1.1.2 - Bovinos na pastagem, sem problemas de transitabilidade na Primavera devido a falta de mobilização dos solos. **Fonte:** Freixial (2016).

Freixial e Carvalho (2013) transmitem ainda que a SD é um método a utilizar para a instalação e sobretudo no melhoramento das pastagens pois, apenas com a utilização da SD é possível melhorar a pastagem com espécies mais interessantes, sem que seja necessário a

mobilização do solo, juntamente com os custos inerentes a esse processo e ainda sem que o ciclo da pastagem seja alterado, o que dá mais liberdade na difícil tarefa de planejar o manejo alimentar dos efetivos. No entanto, para que a introdução de espécies seja efetuada com sucesso é necessário que a sementeira seja efetuada antes que as espécies já preexistentes tenham possibilidade de germinar e emergir, pelo que esta deve ser realizada antes das primeiras chuvas ou logo após o fim da chuva.

2.7. Pastagens de regadio em condições mediterrâneas.

Segundo o INE (2021a), Portugal em 2019 teve capacidade para regar 15.9% da sua SAU (650.5 mil hectares), distribuídas por 134,7 mil explorações, e enquanto a atual superfície regada foi de 566.2 mil hectares, o que corresponde a um aumento de 20.1% desde 2009, grande parte desse aumento devido ao acréscimo das culturas permanentes. Sendo, que as explorações predominantemente de regadio (com área de regadio superior a $\frac{3}{4}$ da respetiva SAU), as que obtiveram um valor de produção padrão total médio por hectare de 5.5 mil euros, muito acima da média nacional de 1.7 mil euros por hectare, mostrando o grande benefício que a rega pode produzir.

Carvalho (2018b) refere a água para a rega, como sendo um fator escasso e caro, que restringe a generalização das pastagens de regadio, pelo que é necessário tirar o máximo partido da sua utilização (fig. 2.7.1), elevando ao máximo a produtividade que a água acrescenta, pois só assim a rega se torna economicamente viável sem grandes subsídios públicos, sendo também necessário garantir a reserva de água nos reservatórios no final do ano, para o caso de que o próximo ano, seja um de seca extrema. Os reservatórios, como as pequenas barragens e os aquíferos, permitem ainda uma maior uniformização da distribuição da água em Portugal, sem elevados custos de transporte.

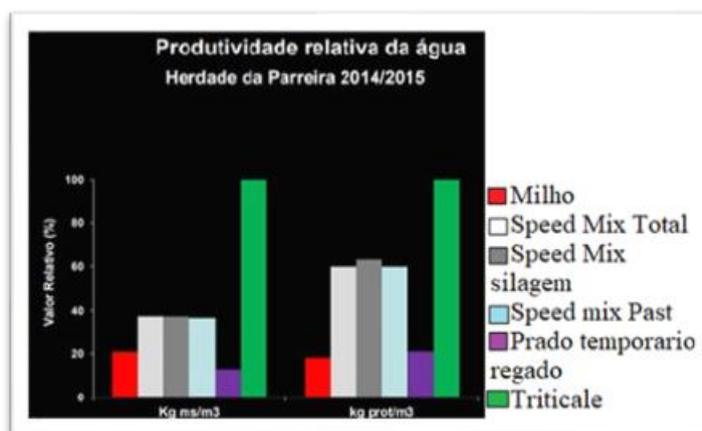


Figura 2.7.1 - Produtividade de matéria seca ou proteína de várias espécies ou consorciação de espécies em relação ao m³ de água regados. **Fonte:** Carvalho (2016).

Carvalho (2018b) menciona ainda que existem três opções de culturas forrageiras para regadio, utilizando a água de uma forma eficiente sendo elas constituídas por culturas de outono/inverno/primavera, pois apresentam maior produtividade por m³ de água, utilizando 750-1200 m³/ha de água nas culturas de menor qualidade e 1500-3000 m³/ha em culturas de alto valor forrageiro. De facto, algumas culturas de verão em sistemas de regadio

nas condições mediterrâneas são por vezes disponibilizadas todas as necessidades hídrica, podendo ser usados 6000-9000 m³/ha. As pastagens temporárias e permanentes de regadio ainda que possam garantir crescimentos elevados durante o outono/primavera e verão, consomem quantidades de água muito elevadas, semelhantes às já acima referidas e não asseguram alimento suficiente durante o período de inverno remendo esses sistemas para a suplementação durante esse período.

De acordo com Belo et al. (2019), as pastagens de regadio dão uma absoluta vantagem, aos sistemas de produção de ovinos leiteiros, baseados em pastagens de sequeiro, pois permite antecipar a lactação das ovelhas, para os finais do verão ou inícios do outono, produzir maiores quantidades de alimento para conservar e ainda servem para, em períodos de carência das pastagens de sequeiro, colmatar essa deficiência.

Segundo Freixial e Barros (2012a), as pastagens de regadio existem quando as explorações agropecuárias dispõem de recursos hídricos para suprimir a escassez hídrica natural no clima Mediterrâneo. A rega, permite não só aumentar a produção de pastagens e forragens, como permite que essa produção seja mais distribuída ao longo do ano, com continuada produção no Verão e/ou garantindo a produção de Outono fazendo o papel das chuvas, quando estas chegam tardias como acontece ocasionalmente neste clima. Sugere ainda, que as pastagens de regadio devem ser constituídas por uma mistura de gramíneas e leguminosas vivazes, que possuem uma boa persistência e com elevada capacidade de produzir pastagens de qualidade, onde se deve privilegiar os sistemas de pastoreio rotacional e intermitente, e em caso de produções mais intensivas, como na produção de leite, é ainda sugerido o pastoreio em faixas. Este pastoreio, apesar de poder ser feito todo o ano, é recomendado uma paragem ou redução de carga animal, para assegurar a produção nos meses de menor produção entre novembro e fevereiro, na eventualidade de haver excedente, o corte e posterior conservação, resulta num feno de com grande valor proteico e alta digestibilidade.

Moreira (2002) menciona que as pastagens de regadio são capazes de produzir anualmente com regularidade produtividades acima de 10 t/ms/ha, dependendo das condições edafoclimáticas locais, tendendo sempre para o valor mais alto referido anteriormente, uma vez que suprime a escassez da água, anulando assim as limitações que o nosso clima tende a causar no crescimento e desenvolvimento das pastagens. Porém, as pastagens de regadio nas condições mediterrâneas, compostas por espécies de leguminosas e gramíneas vivazes, consomem elevadas quantidades de água sem resolver o problema

alimentar de inverno, devido às baixas temperaturas sendo prejudicadas também pelas altas temperaturas que se registam no verão. Sendo a água um fator limitante, e nem sempre disponível em quantidades suficientes, existiram outras formas de produzir alimento para ruminantes, utilizando o recurso com mais eficiência.

Arranja (2021) refere a água como um fator estratégico, que mantém a agricultura e as zonas rurais possíveis, mas que não está a ser aproveitada convenientemente, pois apesar de Portugal possuir um abundante volume de água superficial e subterrânea, segundo (Diário da República, 2016), em relação ao volume utilizado, apenas 9% da água que chega ao nosso país anualmente é usada e só 7% (3.390 hm³) é destinado para a agricultura. Existe, no entanto, uma desigualdade na precipitação do nosso clima, ao longo do ano, entre anos e em diferentes partes do País, bem como uma reduzida capacidade de armazenar essa água, apenas 20%, faltando ainda uma “rede hídrica” que permitiria mover essa água para os locais necessários. A ONU (2015) citada por Arranja (2021), menciona que esta situação é agravada ainda, pela falta de capacidade de reter água para regar quando necessário, as alterações climáticas têm vindo a reduzir a precipitação e aumentar a temperatura, bem como os eventos extremos, mais intensos e frequentes, como incêndios, secas, entre outros, e sem essa água para desenvolver a agricultura, leva os Portugueses a desistirem dessa atividade, o que têm acontecido nos últimos 20 anos, onde metade das explorações agrícolas e mais 240 mil hectares foram perdidos, fazendo com que os jovens se vejam obrigados a sair das zonas rurais e, dos agricultores que ficam a maioria são idosos com mais de 65 anos.

Segundo o INE (2017), apenas 5% das áreas de regadio produzem 60% da produção alimentar, pelo que são necessárias, mais áreas de regadio para chegar à meta do equilíbrio da balança comercial agroalimentar. Arranja (2021) menciona ainda que é necessário planear o futuro, para garantir uma segurança hídrica, que por sua vez irá travar o abandono agrícola e garantir a segurança alimentar do País, reconhecendo a oportunidade do uso sustentado da água existente nas bacias hidrográficas e a potencialidade de armazenar água em Portugal, para o desenvolvimento da agricultura. O uso da água na agricultura, têm vindo a tornar-se mais eficiente, mas com essa eficiência vêm também um aumento dos custos de produção, através do equipamento necessário, do consumo de energia e do pagamento de taxas pelo uso da própria água como a Lei da Água (Diário da República, 2005) e a taxa de recursos hídricos (Diário da República, 2017), que aplica valores mais elevados em regiões onde a disponibilidade de água é menor, o que leva os agricultores a escolherem culturas de valor acrescentado para o uso dessas áreas de regadio, para continuar a serem rentáveis em vês de

produtos alimentares mais básicos. Esta insegurança hídrica na agricultura, só consegue ser resolvida, com uma política a longo prazo, que encopasse todos os problemas do regadio, pois só assim este resultará.

Gracia et al. (2021) referem a agricultura e a pecuária convencional como, um dos maiores contribuidores para a diminuição das reservas de água doce, bem como para a sua pior qualidade. A intensidade das práticas intensivas, destroem a estrutura dos solos, levando assim á perda da sua capacidade de reter água, que juntamente com técnicas de irrigação ineficientes e má escolha de cultivares, exacerbem o problema do excessivo uso de água, que juntamente com, a pecuária intensiva que têm o mesmo problema, pois a água usada, na maioria para a produção de forragem, está a levar a que os maiores aquíferos fiquem com um sério risco de secar, pois a água retirada dos aquíferos ultrapassa as suas capacidade de se reabastecer. A alternativa será uma agricultura com uma modelo regenerativo, que mantem a estrutura do solo, com uma camada de húmus por cima, capaz de chegar a absorver 150l de água por m², esta camada aumenta a capacidade da água se infiltrar no solo, ajudando na prevenção de cheias e secas. Um modelo ainda melhor, será um solo com cobertura permanente, esta cobertura não só protege da erosão do vento e chuva (fig. 2.7.2), como ajuda na redução de perdas de água do solo por evaporação, através da regulação da temperatura da superfície do solo.

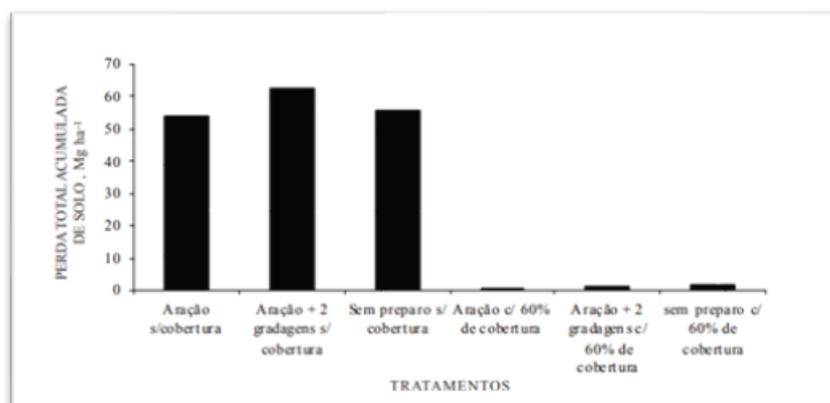


Figura 2.7.2 - Perda total acumulada de solo nos testes de chuva contínua, de longa duração (90 min), nos tratamentos estudados. Num estudo feito no Brasil, Eldorado do Sul, chuva simulada sobre um Argissolo Vermelho distrófico típico, de textura francoargilo-arenosa e declive de 0,07 m/m⁻¹. Demonstrando a grande diferença que a cobertura de solo têm na prevenção da erosão do solo. **Fonte:** Castro et al. (2006).

2.7.1. Principais opções forrageiras de regadio.

Segundo Freixial e Barros (2012b), as forragens de regadio são espécies que são substancialmente mais produtivas quando subjetivas à rega no clima mediterrâneo, o que não quer dizer que o azevém, os cereais e as leguminosas em consociação ou não, não beneficiem de rega, pois ambas as espécies, se forem semeadas cedo em setembro/outubro e regadas, irão tirar proveito da temperatura ainda alta para crescer, antecipando assim a sua produção e aumentando o número de cortes possíveis. As principais espécies forrageiras de regadio, são gramíneas com fotossíntese em C4, que lhes permite, em relativamente pouco tempo, atingirem grandes produções na estação quente. Estas características, combinam bem com os sistemas de sequeiro nas condições mediterrânicas, pois compensam a falta de produção das pastagens nesses mesmos períodos, ou no caso de ser necessário altos níveis de alimentação como nos sistemas intensivos de produção animal.

Freixial e Barros (2012b) referem especialmente as seguintes espécies forrageiras:

- O *Zea mays L.* (milho), a principal forragem anual no clima mediterrâneo, é uma planta sem capacidade de afilamento e reduzido recrescimento, que acumula a matéria seca primariamente no final do seu ciclo, com grande produtividade que pode chegar de 20 a 25 ton de MS/ha de forragem de alto valor energético, desde que fornecidas de nutrientes, pesticidas e principalmente água, primariamente usado em corne único para ensilar. Sendo normalmente utilizada, na base da alimentação dos sistemas de produção intensivos ou suplementação nas alturas de escassez, no entanto é comparativamente cara de produzir por ha (fig. 2.7.1.1.).

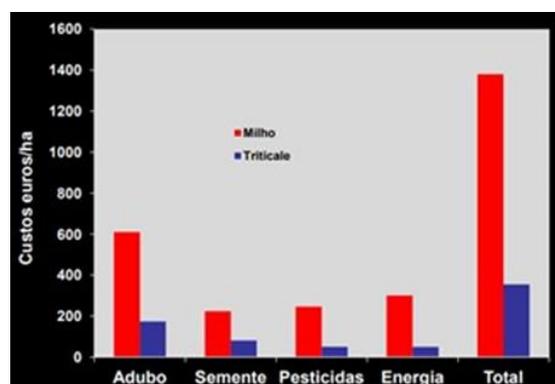


Figura 2.7.1.1 - Comparação de custos com fatores de produção importados entre a silagem de milho e de triticale na herdade da Parreira. **Fonte:** Carvalho (2016).

- Os Sorgos forrageiros, particularmente os híbridos de duas espécies *Sorghum sudanense* (Piper) Staff. e *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (ervas do Sudão), são uma

forragem gramínea, similar ao milho, mas com capacidade de afilamento e recrescimento dando-lhes a capacidades de poder explorados em vários cortes, quer mecânicos, a pastoreio ou mistos. Apesar de necessitar menos água que o milho, requer altas temperaturas, pelo que é idealmente explorada na Primavera/Verão, tendo quando comparativamente ao milho menor produtividade e a sua forragem um menor valor energético.

- São utilizadas ainda, espécies anuais ou outras que quando exploradas em regadio com 400 a 650 mm de água, apresentam produções interessantes durante os períodos quentes do verão, que permitem uma regularização da produção de alimento durante o ano. As espécies escolhidas para estas condições tendem a ser gramíneas bienais, produtivas, mas de curta duração (2 a 5anos), porte ereto sendo por isso indicadas para corte mecânico ou a pastoreio desde que pouco intenso e fraca persistência como o *Lolium hybridum* Hausskn (azevém), o *Trifolium pratense* L. (trevo violeta) ou até a mistura das duas espécies. Estas características tornam estas espécies especialmente indicadas para serem utilizadas em rotações de culturas.

- A *Medicago sativa* L. (luzerna), é uma forrageira muito utilizada em países de clima temperado, pela sua versatilidade, podendo ser utilizada sozinha ou em consociação com gramíneas a pastoreio ou corte mecânico para conservação em feno, silagem ou desidratada artificialmente, facilitado pelo seu porte ereto. É uma leguminosa vivaz, com grande capacidade produtiva, com elevado teor proteico de elevado valor biológico. No entanto, a sua necessidade de solos bem drenados, profundos, friáveis, com elevada fertilidade, pH próximo do neutro e a sua intolerância ao encharcamento, juntamente com a sua fraca produção no Inverno e limitado aproveitamento através de pastoreio contínuo, mantêm a sua utilização situacional.

- Exigem outras leguminosas vivazes como a *Hedysarum coronarium* L. (sula) e o *Onobrychis viciifolia* Scop. (sanfeno), que se adaptam bem em solos calcários e o *Plantago lanceolata* L. (corrijó) ou a *Cichorium intybus* L. (chicória), que apesar de não estarem muito presentes nos nossos sistemas, mostram potencial para formação de forragens.

Moreira (2002), refere também que gramíneas tropicais (C4) como as (*Cynodon dactylon*, *Panicum spp.*, *Paspalum spp.*, *Pennisetum spp.* e *Setaria spp.*), possuem grande eficiência fotossintética na utilização de água e azoto, com elevadas produções na estação quente, pelo que apresentam fraco crescimento no período de Outono/Inverno, sendo mais indicadas para a Primavera/verão e estando por isso dependentes do regadio no clima mediterrâneo no período.

2.8. O ambiente e a produção de carne com ruminantes nas condições mediterrâneas.

Tal como já foi referido, repetimos pela importância que entendemos para o sistema, as pastagens são a base da alimentação dos ruminantes pois são uma forma económica e pratica de os alimentar (Bourscheidt et al. 2023; Smart, 2010). Elas podem ser formas de rentabilizar áreas agrícolas marginais sem grande potencial produtivo agrícola e sem grandes custos (Dias-Filho 2015). O pastoreio direto por ruminantes que aproveita o coberto vegetal permanente (providencia uma defesa contra a erosão) permite, segundo Freixial e Barros (2012a), a reciclagem dos nutrientes que leva a um lento mas gradual aumento de produtividade dos solos através da melhoria da estrutura dos mesmos, aumento da matéria orgânica, que pode ser acelerada com o aumento da produtividade da pastagem através de intervenções agrónomicas (Carvalho 2018a). Uma das mais importantes será a sementeira de consociações de pastagens biodiversas ricas em leguminosas, pois para além de se adaptarem muito bem ao clima mediterrânico, produzem consideráveis níveis de azoto que permitiram boas produções de pastagens sem requerer grandes inputs (Freixial e Barros 2012b).

No entanto, segundo Crespo (2006) e Freixial e Barros (2012b) é necessário complementar as pastagens, com forragens conservadas para ajudar a colmatar os défices de produção e a qualidade que ocorrem principalmente no verão, no clima mediterrâneo.

Abreu e Freitas (2020) escreveram que no passado, a contribuição da produção de animais na percentagem de emissão de gases de efeito de estufa têm sido erradamente tidas como exageradas, devido à falta de contabilidade noutros setores. Nos últimos valores da FAO (2006) respeitantes à EU-28, citados por Abreu e Freitas (2020), a produção animal é responsável por apenas 5%, sendo outros 5% resultantes do resto do sector agrícola, apenas 30% da área cultivada é adequada para cultivo, sendo as outras 70% chamadas de marginais, devido a fatores limitantes como água em excesso ou escassez, topografia, baixa fertilidade ou condições climatéricas extremas. Essas áreas são por isso, usadas como pastagens permanentes, ou em rotação com forragens e cereais, sendo as duas primeiras, alimentos com elevada teor de fibra, não indicados a consumo humano, mas que devido à sua fisiologia digestiva (mastigação, fermentação, seleção de partículas e digestão enzimática), os ruminantes, com alta eficiência transformam essa fibra vegetal, em energia, ácidos aminados e proteína de alta qualidade para o consumo humano. No total, é estimado que mais 85% da sua alimentação seja à base de plantas ricas em celulose, não digeridas pelos humanos, que

juntamente com subprodutos da alimentação humana, como bagaços, polpas, massas de cerveja, sêneas dos cereais, etc., são transformados com uma conversão eficiente em produtos animais de qualidade.

Abreu (2019) acrescenta ainda que as pastagens utilizam muito frequentemente os solos menos produtivos. A área de solos assim considerados, está previsto que aumenta devido às alterações climáticas, sendo que áreas antes utilizadas na produção vegetal pass em a ser utilizadas como pastagens, mais resilientes a essas alterações. São por isso, necessários ruminantes para transformar esses alimentos fibrosos em carne e/ou leite, produtos ricos em proteína, vitaminas e minerais de elevado valor biológico, pois sem estes para criar esse rendimento, estes solos seriam muito provavelmente abandonados em matas e floresta desordenada, criando áreas com grande risco de degradação ambiental e de incêndio.

A FAO (2006), citada por Abreu e Freitas (2020), descreve as pastagens, sobretudo as exploradas quando integradas em sistemas agro-silvo-pastoris, como sistemas multifuncionais, que para além de proporcionar alimento para os ruminantes, providenciam serviços ao ecossistema, desde promoção de biodiversidade da flora e fauna, redução da erosão dos solos, retenção de água, aumento da fertilidade dos solos e sequestro de carbono, sendo um bom manejo das pastagens a prática com mais potencial para sequestrar carbono da atmosfera. Por outro lado, as áreas de pastagem ocupam o território com coerência, contribuindo para a criação do mosaico cultural e ambientalmente correto, proporcionam atividades que fixam populações e geram produtos por vezes com mais valias, dinamizam as economias locais com sustentabilidade sociais e cultural.

2.8.1. Pecuária extensiva: Um contributo para a sustentabilidade.

A Associação de Defesa do Património de Mértola (2023), expressa a importância da pecuária extensiva, através do pastoreio, na manutenção de ecossistemas funcionais, resilientes e biodiversos, que permitiram manter o mundo rural vivo, face às possíveis alterações climáticas futuras. Baseando-se, largamente no aproveitamento de recursos locais, permitindo uma produção de produtos de alta qualidade (carne, leite, etc...), em zonas de baixa produtividade, com baixa pegada carbónica. Como as práticas de pecuária extensiva são diversas e adaptadas ao território usado, juntamente com raças autóctones, fazem com a pecuária extensiva tenha grande potencial para se adaptar as alterações climáticas. A pecuária extensiva tem ainda outros benefícios como:

- Biodiversidade, as zonas pastoreadas extensivamente, especialmente em

descontinuidades de parcelas, proporcionam áreas de refúgio, para a fauna silvestre bem como para sementes que contribuem para a regeneração das árvores. Os ruminantes ocupam um papel importante na dispersão de sementes e fertilização dos solos, destaque também para a sua ajuda na conservação da fauna coprófaga, que dão um grande contributo na regulação do ciclo de nutrientes da pastagem.

- Serviços de ecossistema, a criação de áreas de abeberamento para os ruminantes, utilizada por outras espécies é também crucial para inúmeras espécies. Proporcionam ainda aprovisionamento alimentar (carne e leite e derivados) e subprodutos do animal (lã, peles, couro).

- Bem-estar animal, com um encabeçamento adequado, os sistemas extensivos, maximizam o bem-estar dos ruminantes pois a sua dieta é similar à dos seus antecessores, e a não existência de constrangimento de espaço, permite que estes expressem os seus comportamentos inatos, o que leva a que estes animais sejam mais saudáveis, com menos problemas sanitários, o que permite a redução de medicamentos veterinários.

- Segurança e soberania alimentar, o sistema de pastoreio rotacional ou transumante, permite quebrar os ciclos de vida das parasitas nas pastagens, o que leva a uma redução a uma redução do uso de medicamentos veterinários necessários. A pecuária extensiva, com o seu uso de recursos alimentares, de baixo valor biológico para os humanos, gera alimentos proteicos de alto valor nutricional, gerados sem que sejam necessários altos valores de inputs externos, especialmente de energias fósseis, aumentando assim a autonomia da produção alimentar Portuguesa.

- Adaptação e mitigação às alterações climáticas, a pecuária extensiva devido a sua maior adaptação às condições locais, possui maior capacidade para se ajustar ambientalmente e economicamente a novos cenários que as alterações climáticas possam vir a alterar. A melhoria das pastagens e o uso mais racional da gestão da água e pastoreio, permitem ainda reduzir vulnerabilidades dos ecossistemas, como a criação de zonas de descontinuidade para evitar a propagação de incêndios rurais, outra forma de mitigação da alteração do clima é a grande quantidade de Carbono sequestrado no solo que este sistema de produção permite, que compensa as emissões dos gases emitidos na digestão dos ruminantes.

Dias (2021) refere os vários benefícios das pastagens biodiversas, desde a sua elevada capacidade de sequestrar carbono, transformando-o em matéria orgânica, chegando a sequestrar 5,2 t CO₂/ha/ano, mesmo após as deduções as emissões resultantes das

fertilizações iniciais, decomposição das plantas e da carga animal, sendo por isso um contributo essencial no combate às alterações climáticas. Os ecossistemas e as paisagens são onde estas pastagens também têm um impacto muito positivo, tornando-as mais saudáveis, o que corresponde a maior biodiversidade e melhor serviços que os ecossistemas nos presta, como a reciclagem da matéria orgânica, controlo sanitário e de doenças no meio silvestre, contribuindo para a manutenção da saúde dos ruminantes. Para além disso ainda permite aumentar o número de animais a pastoreio o que permite que estas pastagens sejam mais economicamente sustentáveis.

Crespo (2015) menciona em sintonia que os baixos consumos de energia fóssil, devido às mobilizações mínimas do solo necessárias em conjunto com a necessidade de menor adubação e menor dependência de alimentos concentrados, com elevada pegada carbónica, juntamente com a maior capacidade de carga gerada pelas PBRL as tornam mais sustentáveis tanto ambientalmente como economicamente. De facto, as PBRL segundo Crespo (2006), podem chegar a sequestrar 3-12,80 t CO₂/ha/ano, juntamente com a sintetização de 60-135 kg/ha/ano de azoto que as leguminosas fixam no solo, podendo assim reduzir a sua produção industrialmente, reduzindo assim mais 480-1080 kg CO₂/ha/ano, tornando desta maneira a pastagem num grande reservatório de CO₂, enquanto traz grandes benefícios para a sua produção.

Abreu e Freitas (2020), adicionam ainda que 50% do CO₂ fixado pelas plantas pratenses, é nas raízes, que juntamente com as fezes, urina dos animais e restos não consumidos da pastagem, contribuem para o aumento da matéria orgânica e fertilidade dos solos, elevando a capacidade de fixar carbono nos solos. Algo que é demonstrado, na sua experiência que mostra, que a produção de bovinos em extensivo ao desmame, é ou pode ser um fixador de carbono nos solos. Acrescentam ainda, práticas que permitem diminuir a libertação de gases de efeito de estufa (GEE), através do aumento da eficiência das explorações, como ter um efetivo de animais mais eficientes e com elevada fertilidade, a utilização de forragens ou outros suplementos de qualidade para colmatar a deficiência da pastagem disponível e ajustar o período com maiores exigências nutricionais ao período com melhor qualidade e disponibilidade de pastagem.

Abreu e Freitas (2020) adicionam ainda, que é inegável as emissões de gases de efeito de estufa, CO₂, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), pelos ruminantes. O CO₂ provem da respiração do ruminante e da sua fermentação ruminal. O N₂O apesar de ser 300 vezes pior que o CO₂, em termos de efeito de estufa, em sistemas extensivos é produzido em pequenas

quantidades, sendo libertado na urina e fezes dos ruminantes, formando-se através da degradação dos compostos azotados presentes (proteínas, ácidos aminados e azoto não proteico), estando dependente da quantidade ingerida de azoto e da sua digestibilidade e da velocidade a que a urina e fezes são incorporadas no solo, sendo por esta razão menos problemático em sistemas extensivos, no entanto a sua rápida desidratação pode causar maior libertações do gás devido à redução da fermentação possível. O metano (CH_4), é o principal GEE emitido pelos ruminantes, 25 vezes pior que o CO_2 , no entanto desaparece rapidamente na atmosfera, é formado pela degradação microbiana dos alimentos no rúmen, especialmente os mais fibrosos, sendo a expelição muito variada dependendo do peso vivo e atividade do animal, quantidade e qualidade do alimento ingerido, correspondendo em média a 7% da energia ingerida, no entanto também é possível reduzir a sua emissão através de alimentos mais digestíveis, com menos fibra e maior proteína, maior taxa de passagem no rúmen e da redução do pH ruminal. Não esquecer, no entanto que o carbono libertado pelos ruminantes, é proveniente da sua alimentação vegetal, uma fonte renovável, que através da fotossíntese e do rizóbio nas raízes, fixam grande parte do CO_2 e N_2O emitido pelos ruminantes, sendo outra parte importante do carbono assimilado no corpo dos ruminantes formando um ciclo de carbono (fig. 2.8.1.1.).

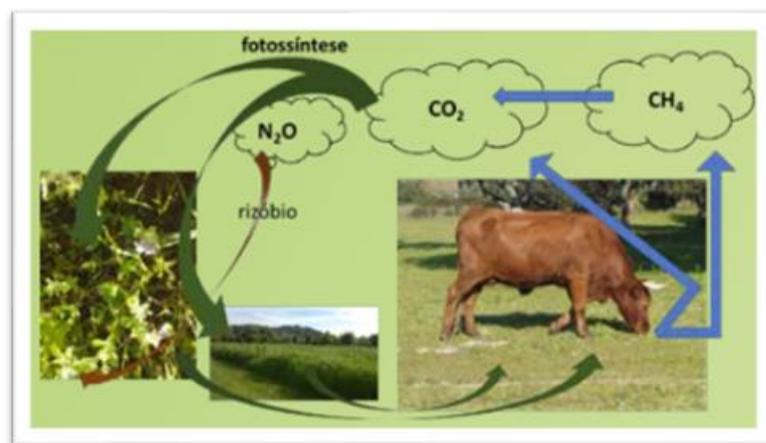


Figura - 2.8.1.1 - Ciclo do Carbono nos sistemas extensivos de pastoreio. **Fonte:** Abreu e Freitas (2020).

2.8.2. Agricultura regenerativa.

Gracia et al. (2021) afirmam que a agricultura convencional, derivada a sua alta produção através do uso de pesticidas, fertilizantes e outros agroquímicos, e/ou sobrelotação dos espaços. No entanto, este modelo produtivo tende a provocar várias consequências indesejáveis, como o uso excessivo de agroquímicos sintéticos, problemas nos sistemas de comida e saúde, aumento dos gases de efeitos de estufa e contaminação e depleção dos recursos aquáticos. Correntemente, a pecuária intensiva e a agricultura convencional, utilizam economias de escala para explorar ao máximo os meios de produção, levando à formação de grandes quintas especializadas apenas numa monocultura, permitindo que estes respondam às exigências do mercado, com toneladas de comida a um preço acessível, mas com as consequências acima referidas. A pecuária intensiva é maximizada através de uma cada vez ração mais processada e utilização de antibióticos para prevenir doenças. A produção agrícola em agricultura intensiva também está dependente de fertilizantes externos, herbicidas e inseticidas, e sementes de alto rendimento, bem como máquinas agrícolas cada vez maiores para as distribuir pela cultura. Este modelo, leva a que o agricultor necessite de inputs em incrementos cada vez maiores para manter o lucro uma vez que o solo vai perdendo matéria orgânica neste sistema, e como esses produtos são uma grande parte dos custos de produção, leva a que os pequenos produtores que não consigam montar uma economia de escala sejam obrigados a parar pois não conseguem suportar os custos de produção para manter a produção. Os sistemas intensivos, são ainda um dos grandes contribuidores de poluição da água e do solo devido aos fertilizantes, pesticidas e chorumes que vão parar às vias de águas, a agricultura, na excessiva aplicação de agroquímicos não absorvidos, e na pecuária devido aos microrganismos, parasitas e antibióticos que chegam às águas. Em suma, o modelo intensivo traz consigo uma grande e económica produção mas os custos não contabilizados também são vários como a perda de biodiversidade associada ao aumento da poluição e degradação dos ecossistemas, erosão e perda de fertilidade dos solos, contaminação da água por agroquímicos, culturas mais sujeitas a pragas devido às monoculturas e eliminação de predadores, o aumento de doenças de origem alimentar e de infeções por bactérias resistentes e por fim também de zoonoses, pois a grande concentração de animais facilita que as doenças passem dos animais para os humanos.

Gracia et al. (2021) continuam afirmando a agricultura regenerativa como um modelo que pode substituir o anterior e eliminar ou reduzir drasticamente os efeitos negativos do modelo intensivo, tendo em base a acumulação de matéria orgânica no solo, permitindo o

desenvolvimento de uma teia alimentar, e sequestro de carbono no solo, a instalação das culturas sem mobilização de solos, também reduz a liberação de carbono, pois ao destruirmos a camada superficial do solo libertamos CO₂ para a atmosfera, assim, com a menor necessidade de uso dos agroquímicos, não necessários em tão grande escala, e de máquinas pesadas, reduzimos os gases de efeito de estufa usados nas prévias atividades como também os requeridos na sua criação. Com o maior teor de matéria orgânica, os solos ainda aumentam a sua capacidade de reter água, o que permitira às plantas resistir melhor à mudança climática.

Grossi, et al. (2020), num estudo na costa oeste do centro de Itália, com bovinos da raça Maremmana, extremamente adaptada ao extremo clima local, mas com idades ao abate elevadas entre os 26-28 meses, demonstrou que é possível diminuir a pegada carbónica da produção de bovinos, desde o “berço até ao portão”, sendo as emissões calculadas a 26.9 ± 0.7 kg CO₂ por kg de peso vivo, sendo 53% desses valores, devido às inerentes fermentações entéricas, 29% emissões líquidas dos Gases Efeito Estufa emitidos pelo solo, 8% pelo combustível, 6% transporte e 2% alimentação comprada, sendo o resto valores residuais, no entanto é possível diminuir esses valores, utilizando práticas de sementeiras com movimentação de solos reduzidas (-20%) ou com uma sementeira direta (-35%), com aplicação de maiores teores (+50%) de fertilizantes orgânicos e sementeira direta foi ainda possível diminuir (-40%) as emissões de gás de efeito de estufa, a última prática, especialmente juntamente com a adoção de sistema de manejo rotacionais, mostram reduções nas emissões de gases de efeito de estufa, resultando numa maior preservação da matéria orgânica e aumento do sequestro de carbono no solo, permitindo um aumento do rendimento das culturas. A junção dos cálculos de sequestro de carbono, nos estudos da pegada carbónica são importantes pois quando integrados, estes reduzem o valor do teste entre 5% a 43%. Quanto à liberação de N₂O, é previsto um aumento de entre (15%-21%) no futuro, dependendo da previsão de aquecimento global testado, sendo este aumento devido aumento da temperatura do solo, que estimulará a atividade microbiana e os processos de nitrificação e desnitrificação (Sakadevan & Nguyen, 2017), outra causa do aumento, é o maior uso de aplicações de fertilizantes, mas esses valores poderão ser compensados pelo aumento da taxa de sequestro de carbono nos solos, que resultará em maiores produções e de melhor quantidade.

2.8.2.1. A influencia do montado e da floresta na sustentabilidade da produção de ruminantes.

Gracia et al. (2021) mencionam que em grande parte das áreas mediterrâneas montanhosas, a floresta é a forma mais usada e com mais potencial para produzir recursos que permitem o desenvolvimento da área em questão. A floresta em si pode ser desenvolvida em 4 diferentes direções não exclusivas, sendo a primeira a redução da vulnerabilidade a fogos florestais, que requiere a poda dos ramos mais baixos das árvores e a redução do número de árvores de pequeno porte, favorecendo árvores de grande porte, para que em caso de incendio este se mantenha ao nível do solo, sem conseguir subir até á copa das mesmas, aumentando assim a capacidade de resistência da floresta ao fogo. A segunda será o melhoramento da biodiversidade da floresta, a existência e manutenção de árvores de grande porte, velhas já em fase de senescência, com ramos irregulares, são a parte mais integral, pois os ramos secos e por fim a morte da árvore em questão, também ocupa um importante papel no ciclo de carbono e na biodiversidade pois a sua decomposição dá a oportunidade para que um novo ecossistema seja criado aproveitando a madeira como alimento ou habitat nas cavidades da árvore, aumentando assim a diversidade da floresta. A terceira direção é o melhoramento da qualidade da madeira em longo termo, onde o objetivo é a criação de árvores grandes com troncos cilíndricos e poucos ramos, que a indústria madeireira prefere, que apesar de ser o contrário do preferido para a biodiversidade, permite que haja rendimento para tornar o manejo da floresta rentável. A quarta e última direção é o melhoramento da resistência a doenças e secas, isto é, conseguido através da redução da densidade de árvores pois permite que as restantes árvores desenvolvam as suas copas e um tronco de grande diâmetro, sendo a presença de copas de árvores bem desenvolvidas um dos melhores indicadores de saúde de uma árvore.

Gracia et al. (2021) mencionam ainda que as florestas mediterrâneas produzem madeira de qualidade para vários fins, no entanto também podem ser benéficas para a agricultura e produção animal com os seus subprodutos, desde as folhas alimentar animais a aparas de madeira, biochar, lenha e biofertilizantes que permitem aumentar a rentabilidade da operação, no entanto é necessário planear bem a sua exploração, pois caso haja uma sobre-exploração desses recursos, sem dar tempo para a floresta recuperar, o habitat começara a degradar-se e tornar-se menos produtivo, pelo que é necessário reter a camada de húmus e madeira morta no solo.

Seddaiu et al. (2018) referem que as pastagens mediterrâneas arborizadas são um

sistema silvo-pastoril multifuncional, que acolhe uma grande biodiversidade de espécies e oferece serviços ecossistêmicos como sequestração do carbono no solo, polinização, controlo da erosão, controlo do fluxo de água e produção de forragem, no entanto num estudo feito na Sardenha, Itália, as áreas debaixo da copa de sobreiros, é diferente das de fora da copa, com maior teor de carbono (+18%) no solo nos primeiros 60cm e com mais 31% espécies de plantas debaixo das copas, quanto à produção de matéria seca, tende a ser maior no outono e inverno debaixo das copas, mais o contrario acontece na primavera, pelo que para apenas a produção de MS, a presença de sobreiros impedem a produção total (-31%) debaixo das copas, no entanto os sobreiros compensam essa perda de produtividade com a maior produção debaixo das copas no outono e inverno estabilizando assim a distribuição da produção, o aumento da matéria orgânica dos solos, maior biodiversidade e ainda abrigo para os ruminantes das condições climáticas mais extremas.

Moreno et al. (2013), acrescenta ainda que no sistema de montado, a maior concentração de nutrientes debaixo da copa não é suficiente para colmatar a competição das árvores com a pastagem por radiação e água, limitando a sua produção nessa área especialmente em anos onde chove pouco no outono e inverno, devido à escassez de água. Moreno (2008), refere que o montado está maioritariamente presente em áreas pouco férteis, sendo esse o fator limitante do crescimento das pastagens. Existe ainda a diferença do consumo da vegetação debaixo das copas, que tende a ser menor e com menor eficiência, devido principalmente à menor palatabilidade, que provem de diferentes tipos de vegetação, de menor qualidade para consumo, isto é em parte também devido ao facto que os ruminantes tende a deitar-se debaixo das copas durante o verão, o que leva a que estas áreas estejam mais sujeitas a serem pisoteadas, e serem contaminadas pelos seus dejetos, o que resulta num maior fertilidade desse solo que favorece a presença de plantas nitrófilas (Rossetti et al., 2015), que tendem a ser pouco palatáveis (Roggero et al., 2002).

No entanto, Seddaiu et al. (2018), menciona que o sistema silvo-pastoril ajuda a manter a fertilidade do solo, árvores dispersas aumentam a captura de carbono principalmente nos primeiros 20cm do solo debaixo das copas e até 6-8m dos troncos, enquanto que as pastagens tendem a capturar o carbono em horizontes mais baixos, sendo por isso atividades complementares, que aumentam a resiliência do sistema, a custo de uma diminuição da produção de pastagem.

2.9. Maneio da Pastagem.

Brandano (2005) citado por Carboni (2021), expressa o objetivo do manejo da pastagem como a maximização da ingestão de pastagem, aumentando assim a produtividade do animal, sem prejudicar a produtividade e persistência da pastagem, para isso é necessário ter em conta a altura da entrada dos animais na pastagem, sem prejudicar produções futuras, a duração de permanência na pastagem até a pastagem estar completamente ingerida, e por fim, o período de descanso da pastagem, até que a pastagem volte a crescer para ser consumida novamente.

Freixial e Barros (2012a), mencionam ainda que para um sustentável manejo das pastagens, é requerido que se sigam algumas diretrizes, sendo a mais importante a adequada carga animal na pastagem, evitando assim o sobrepastoreio, quando os animais ficam demasiado tempo na mesma pastagem, o que pode levar algumas das espécies e cultivares presentes, não consigam completar o seu ciclo reprodutivo, desaparecendo da pastagem, e conseqüentemente, alterar a composição florística e o grau de cobertura da pastagem, o que pode provocar zonas sem pastagem, expostas à erosão. O sub-pastoreio, um pastoreio insuficiente, é também de evitar, especialmente durante o crescimento da pastagem, sendo as conseqüências o ensombramento de algumas espécies e estratos da pastagem, que irá resultar numa pastagem de menor quantidade e qualidade. No verão, os restos das pastagens, caso não consumidos, irão limitar a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas, colocando em risco a regeneração e persistência das pastagens com ressementeira natural. Outra situação a ser evitada, é o pastoreio em zonas encharcadas, pois o pisoteio dos ruminantes irá provocar danos mecânicos nas plantas e no solo, compactando-o, baixando assim drasticamente a produção de pastagem nessa zona (fig. 2.91. e 2.9.2).



Figura 2.9.1 - Danos causados pelos ruminantes a pastoreio quando o solo ainda está muito húmido e plástico, provocando danos estruturais e prejudicando o crescimento da pastagem (esquerda). **Fonte:** Freixial (2023).

Figura 2.9.2 - Zonas de fraco potencial de crescimento de pastagem devido a barragem do solo que impede a regeneração da pastagem, devido ao pisoteio dos ruminantes enquanto este estava encharcado (direita). **Fonte:** Freixial (2023).

Freixial (2023) refere ainda que o pastoreio de Verão tem ainda um objetivo adicional, a preparação do banco de sementes da pastagem para assegurar o sucesso da germinação da pastagem do ano seguinte, para tal é necessário que os excedentes da Primavera sejam consumidos, o que normalmente é assegurado através da entrada de elevadas cargas de ruminantes, para assegurar que a pastagem é completamente consumida ou pelo menos pisoteada antes das primeiras chuvas de Outono, para que as sementes que se encontram na pastagem sejam libertadas e bem aconchegadas no solo (fig. 2.9.3), pois este processo facilita a sua germinação e desenvolvimento após as primeiras chuvas (fig. 2.9.4). Barros et al. (2006), acrescentam ainda que nos casos de sementeira natural das pastagens, é necessário que as sementes se formem e caem no solo, antes de introduzir os animais para garantir uma boa manutenção da biodiversidade da pastagem, referem ainda que o manejo das pastagens diferem dependendo das espécies utilizadas, sendo melhor para os bovinos uma encabeçamento baixo com períodos curtos na mesma pastagem, a pastagem em si deve ter elevada carga forrageira com alturas de (8-10 cm) para que haja uma maior facilidade de ingestão, no entanto devido ao seu tamanho causam maiores danos com o seu pisoteio e na regeneração da pastagem e em árvores jovens, os ovinos, por sua vez é preferível um uso de maior encabeçamento com períodos mais longos, e pastagens menos densas e baixas (3-6 cm), devido ao menor porte provocam menores danos com o seu pisoteio e na regeneração da pastagem, por fim, para caprinos admite-se um maior encabeçamento em períodos curtos, com pastagem menos densas e baixas, provocando no entanto danos elevados na regeneração da pastagem e nas árvores.



Figura 2.9.3 - Pastagem bem pastoreada no final do verão, com as sementes bem aconchegadas no solo (esquerda). **Fonte:** Freixial (2023).

Figura 2.9.4 - Regeneração natural, de uma pastagem, sem pasto antigo que impeça o seu desenvolvimento (direita). **Fonte:** Freixial (2023).

Existem vários sistemas de pastoreio, mas que se podem englobar em 3 tipos diferentes contínuo, rotacional simples e rotacional intensificado (fig. 2.9.5).

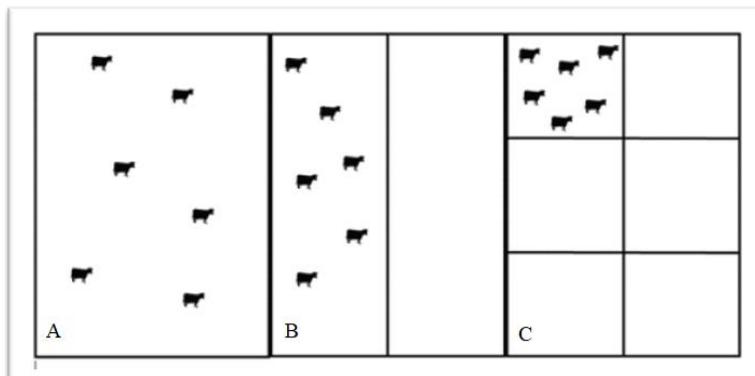


Figura 2.9.5 - Representação dos sistemas de pastagem, A - sistema contínuo B – sistema rotacional simples, e C – Sistema rotacional intensivo. **Fonte:** Adaptado de Armstrong e Heins (2023).

Pastoreio contínuo pode ser definido, segundo Leach (2020), como sistemas de pastoreio que permitem um constante pastoreio numa área, sem intervalos durante todo o ano. Estes sistemas são normalmente concebidos de modo a produção de pastagem esteja em linha com o consumo do efetivo, no entanto, em casos de períodos de fraco crescimento ou falta de pastagem ou o efetivo é normalmente suplementado com alimento exterior à exploração. Este sistema, segundo Michalk et al. (2003), impõe grande pressão nas espécies mais palatáveis da pastagem, devido a liberdade que o efetivo tem para pastorear, o que leva a que, por cabeça exista um maior ganho de peso, mas com a consequência da degradação da qualidade da pastagem, devido às plantas menos palatáveis começarem a dominar a pastagem. A Australian Wool Innovation and Meat & Livestock Australia (2024), acrescenta

ainda que o menor efetivo que este sistema suporta, necessita de menor mão de obra, o menor efetivo também reduz a intensidade de atenção na altura dos partos, bem como situações onde as crias reconhecem a progenitora errada.

Pelo contrário pastoreio rotacional, de acordo com Leach (2020), é um sistema onde o efetivo é constantemente movido entre diferentes pastagens, o que para além de permitir que as pastagens recuperem entre os ciclos de pastoreio, também dá a oportunidade para que o pastoreio ocorra na altura em que a pastagem esteja na fase de crescimento, que também é onde esta é mais nutricional. Apesar de haver várias filosofias de quando mudar os ruminantes de pastagem, todos concordam que a prática envolve em limitar o tempo dos ruminantes numa área delimitada, com altos encabeçamentos. Esta pressão, segundo Popay e Field (1996), reduz a seletividade dos ruminantes, obrigando-os a consumir espécies menos palatáveis, o que permite gerir melhor a manutenção da qualidade da pastagem, no entanto Leach (2020), outra vez expressa que essa mesma pressão também reduz a capacidade de crescimento do ruminante devido a uma alimentação de menor qualidade. Os custos iniciais para montar a rotação de pastagem também é um negativo, sendo as vedações permanentes um dos maiores custos, juntamente com os custos de manter e mudar vedações elétricas, e mais a infraestrutura para novos bebedouros o pastoreio rotacional pode-se tornar num projeto caro.

Serrano et al. (2023) acrescentam ainda, pastoreio deferido como “A adaptação do número de animais e o número de dias a pastoreio, conforme a pastagem existente, representando por isso uma estratégia de manejo de pastoreio mais dinâmica, intensiva e produtiva”.

Barros et al. (2006) mencionam ainda vantagens do pastoreio rotativo, como a distribuição mais regular dos nutrientes e sementes presentes nos dejetos, um pastoreio globalmente menos seletivo e permite que haja um processo de regeneração natural da pastagem e das árvores. Por sua vez as vantagens do pastoreio contínuo mencionadas são a simples, barata e fácil gestão, menor compactação do solo e risco de atascamento pelos animais, uma dieta estável ao longo do ano, mesmo que vá diminuindo de qualidade com o tempo durante Verão, e finalmente menores danos na regeneração natural.

Carreira et al. (2022) referem que apesar do pastoreio contínuo apresentar em média, alturas de pastagem mais elevadas, existe maior produção de matéria seca em regime de pastoreio deferido, demonstrando que este tipo de manejo têm o potencial de aumentar a produtividade (MS/ha) da pastagem.

Serrano et al. (2023) sugerem que o controlo da intensidade de pastoreio através do controlo do encabeçamento numa determinada área, é a chave para ajustar a alimentação dos ruminantes, onde os ruminantes ficam até que a pastagem chega a um limite, onde estes são depois retirados para deixar a pastagem recuperar, evitando assim um sub-pastoreio das espécies menos palatáveis, para que estas não prevaleçam no futuro da pastagem. No entanto, o encabeçamento também pode compactar o solo, particularmente quando o solo está com humidade elevada ou depois de períodos chuvosos, especialmente em áreas estruturalmente limitadas, o balanço entre o pastoreio e a compactação do solo é por isso importante, felizmente o autor não encontrou diferenças de compactação entre os dois tipos de pastoreio com ovinos nos primeiros 30 cm do solo, o que sugere a existência um processo físico e biológico que restaura e mitiga a compactação do solo, proporcionando ainda um maior vigor vegetativo à pastagem entre janeiro e maio de 2021, outro resultado, que poderá permitir uma intensificação dos efetivos, dos rebanhos tradicionalmente extensivos.

2.10. Coprófagos, espécie indicativa do ciclo de nutrientes na pastagem.

Segundo Hanski e Cambefort (1991), os escaravelhos coprófagos podem ser encontrados em todos os continentes, exceto na Antártica. Eles vivem em explorações, florestas, pastagens, pradarias e habitats desérticos, contudo possuem especial diversidade em florestas tropicais e savanas.

Halfpter e Matthews (1966) e Halfpter e Edmonds (1982) referem ainda que os escaravelhos coprófagos têm como principal alimento o componente líquido, rico em microrganismos, dos excrementos dos mamíferos e usam a parte mais fibrosa para fazer ninhos, as bolas, onde depositam os seus ovos, que depois serve de refúgio e alimento para as suas larvas.

Segundo Saha et al. (2021), a forma de alimentação e o comportamento reprodutivo dos escaravelhos coprófagos, iniciam uma série de funções benéficas aos ecossistemas, que variam desde a dispersão secundária de sementes, o suporte do ciclo de nutrientes, supressão de parasitas, melhoramento da estrutura do solo e crescimento da pastagem. Estes resultados são suportados pelos estudos de Andresen (2002 e 2003).

Saha et al. (2021) revelam ainda que membros do gênero *Onthophagus* (*Scarabaeidae*) têm sido amplamente propostos como um grupo ideal para inventário e monitoramento da biodiversidade, visto que eles satisfazem todos os critérios de um táxon focal ideal, tendo já sido usados em pesquisas ecológica, prospeção da biodiversidade e trabalhos de conservação em muitas regiões do mundo. Os mesmos revelam ainda que os escaravelhos coprófagos podem ser diferenciados em três grupos, conforme as suas estratégias de nidificação, telocopride, paracopride e endocopride (fig. 2.10.1). Os Telocopride (roladores), exemplificados pela espécie *Canthon pilularius*, formam pares, machos e fêmeas, e fazem bolas de excrementos, onde depositam a sua ninhada, rolando depois as bolas para longe dos excrementos, onde são posteriormente enterradas. Os Paracopride (tuneladores), sendo a espécie *Onthophagus gazella* um dos exemplares, fazem também bolas de excrementos, mas ao invés de serem levadas para longe, são enterradas por baixo ou nas orlas dos excrementos, montículos de solo ao lado dos excrementos são indicadores da presença de coprófagos do tipo Paracopride. Estes dois tipos de coprófagos são considerados nidificantes, pois preparam um ninho para a sua descendência, ao contrário do último tipo de coprófagos, os Endocopride (residentes), maioritariamente pertencem à subfamília *Aphodiidae*. Estes escaravelhos vivem dentro do estrume, raramente escavando

e de forma geral não fazem ninhos para a sua descendência.

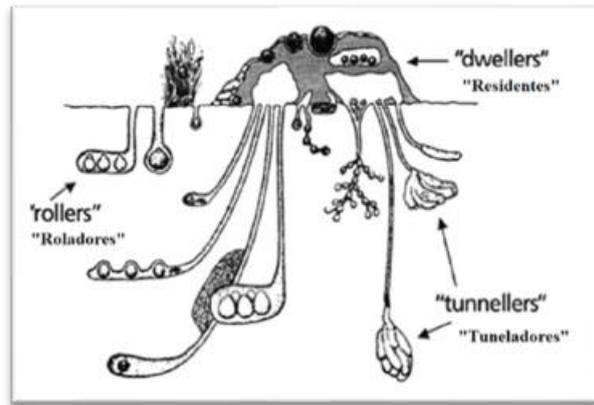


Figura 2.10.1 - Distribuição dos ninhos dos diferentes tipos de coprófagos. **Fonte:** Adaptado de Saha et al. (2021).

Skidmore (1991) menciona que os escarvelhos coprófagos são representados pelas famílias *Scarabaeidae* e *Geotrupidae*, incluindo espécies de *Geotrupes*, *Onthophagus* e *Aphodius* em climas temperados. Holter (2004), refere, a existência de outros escarvelhos, como os das famílias *Histeridae*, *Hydrophilidae* e *Staphylinidae*, que também habitam e se alimentam dos excrementos, possuindo adaptações morfológicas semelhantes aos coprófagos da família *Scarabaeidae*. Sands e Wall (2018) referem ainda a falta de conhecimento sobre a contribuição que as últimas três famílias de escarvelhos têm no processo de decomposição dos excrementos, mas dado à sua grande abundância nos excrementos, em climas temperados, estes deveriam merecer um estudo mais aprofundado.

2.10.1. Benefícios dos escarvelhos coprófagos.

Segundo Saha et al. (2021), as várias espécies de escarvelhos coprófagos efetuam diferentes serviços no ecossistema, pelo que é necessário garantir a sua biodiversidade, visto que estes têm um papel fundamental no ciclo de nutrientes do ecossistema. Os escarvelhos coprófagos são os primeiros a colonizar os excrementos e ao fazê-lo, facilitam a sua decomposição e permitem a sua colonização por outros organismos, através dos túneis que fazem ao mover-se dentro dos excrementos. Estes são especialmente importantes para reestruturação, mistura e redistribuição de sedimentos do solo. Este processo contribui, ainda, para aumentar a humidade e o arejamento do solo. Quando presentes, os escarvelhos ajudam, ainda, a aumentar a mineralização do azoto, tornando-o acessível para as plantas, levando a uma maior produção de biomassa vegetal, maior teor de azoto e uma maior

produção de sementes pelas pastagens. Outro benefício dos escaravelhos coprófagos é a dispersão de sementes não digeridas que se encontram no esterco, aumentando assim a sua dispersão e taxa de emergência (fig. 2.10.1.1).



Figura 2.10.1.1 – Emergência de sementes não digeridas nos excrementos. **Fonte:** Freixial (2023).

Fincher (1981), Lee e Wall (2006) e Losey e Vaughan (2006) mencionam que os escaravelhos coprófagos facilitam a degradação dos excrementos e a supressão de pragas. Por sua vez, Sanders e Dobson (1966) demonstram que os escaravelhos coprófagos são os primeiros colonizadores dos excrementos e que a sua passagem abre túneis que permitem o arejamento e a colonização de outras espécies.

Sands e Wall (2018) concordam que os escaravelhos coprófagos fornecem funções importantes ao ecossistema agrícola, desde a remoção dos montes de excrementos das pastagens (Beynon et al., 2012; Holter, 1979), à reestruturação do solo (Mittal, 1993), à reciclagem de nutrientes (Doube, 2008), ao controle de parasitas (Sands e Wall, 2017), à importância do retorno e incorporação da matéria orgânica rica em nutrientes de volta ao solo (Yoshitake et al., 2014) e, finalmente num estudo feito na Austrália (Doube, 2008), que resultou no aumento dos níveis de nitratos, amônia, fosfatos, enxofre e carbono no solo, bem como aumento da matéria orgânica do solo e aumento do pH, por pelo menos dois anos após o evento do enterro dos excrementos pelo paracoprídeo *Bubas bison* (Linnaeus 1767).

Bang et al. (2005) referem que os escaravelhos Paracoprídeo, melhoram as características físico-químicas do solo e o valor nutricional da pastagem ao incorporarem a matéria orgânica no solo. Simmons e Ridsdill-Smith (2011), referem que os túneis formados pelos escaravelhos coprófagos aumentam a taxa de infiltração de água no solo, a sua capacidade de absorver e reter água, e ao manusearem os excrementos melhoram a reciclagem de nutrientes. Mencionam também que uma população biodiversa, com números adequados, consegue remover um monte de excrementos em 24 horas. Os adultos

alimentam-se da parte líquida dos excrementos, usando a matéria seca para formar ninhos em forma de bolas para as suas larvas e algumas dessas espécies enterram-nas, incorporando assim o azoto no solo e disponibilizando-o para as plantas, ao contrário do que aconteceria se esse azoto fosse deixado na superfície onde seria perdido até 80% por volatilização. As larvas, por sua vez, só se alimentam de 40-50% dos seus ninhos antes de se transformarem em pupas, ficando para trás matéria orgânica rica em nutrientes para alimentar os micróbios, fungos e bactérias, ajudando na criação de húmus, que por sua vez, alimentará as pastagens.

Saha et al. (2021), mencionam ainda o benefício dos coprófagos como controlo de pragas, como parasitas e moscas que se reproduzem nos excrementos, visto que as larvas desses escaravelhos coprófagos, quando eclodem, alimentam-se dos parasitas gastrointestinais presentes nos excrementos, o que juntamente com a melhoria da taxa de infiltração de água no solo e a melhoria do arejamento a partir dos túneis feitos por esses escaravelhos, interrompe o ciclo de vida das pragas reduzindo, assim, a sua presença na pastagem. No entanto, a sua atividade de enterramento de excrementos é interrompida pela consequente mudança de habitat florestal, para pastagem aberta. Quando presentes, os escaravelhos coprófagos elevam a remoção dos excrementos em 53%, reduzindo a população das moscas em 83% e a riqueza de espécies das moscas em 63% (Davis e Sutton, 1997; Davis et al., 2001; Hill, 1996; Klein, 1989; Nummelin e Hanski, 1989).

Doube (1990) e Ridsdill-Smith e Edwards (2011), mencionam que os escaravelhos coprófagos e outros artrópodes competem pelo mesmo recurso (os excrementos), que as pragas que afetam os ruminantes. Na mesma linha, Valiela (1969) observou que os excrementos com uma rede de túneis formados pelos escaravelhos coprófagos permitem a infiltração de predadores e consequentemente a uma diminuição de produção das larvas de pragas. Esta informação é corroborada por Sands e Wall (2017) que observou uma redução de larvas de parasitas quando os excrementos foram colonizados por escaravelhos coprófagos.

Simmons e Ridsdill-Smith (2011) referem o quanto benéfica é a remoção dos excrementos para um uso eficiente das pastagens, uma vez que os ruminantes tendem a não comer à volta dos seus excrementos, apesar dessa pastagem ser nutritiva e apelativa, deixando entre 2% a 4% dos hectares por ano da área da pastagem indisponível. Esta situação pode ser resolvida pela rápida remoção dos excrementos pelos coprófagos. Skidmore (1991), analisou na Austrália, onde a existência de fauna nativa de coprófagos é nula, levando a que por ano, os excrementos não degradados de 5 bovinos levem à improdução de 0.4 hectares

de pastagem que teriam de ser posteriormente removidos por outros métodos acrescentando custos de produção à atividade (fig. 2.10.1.2).



Figura 2.10.1.2 – Dispersão de excrementos por correntes. **Fonte:** Freixial (2023).

Gracia et al. (2021) escreveram sobre o mesmo assunto, referindo a importação para a Austrália de escaravelhos coprófagos de origem Africana, capazes de enterrar os excrementos como solução para este problema.

2.10.2. Os efeitos secundários dos parasiticidas.

AHDB Beef e Lamb (2017) refere que os parasiticidas podem-se subdividir segundo 2 grupos: o MLs (gama de compostos de lactona macrocíclica), usados para tratar endoparasitas, do qual faz parte o composto ivermectina, um dos mais usados atualmente no mundo, e os SPs (piretróides sintéticos), usados por sua vez para tratar ectoparasitas como as carraças, pulgas e moscas. Complementando esta categorização, Bloomquist (1996) refere que os MLs têm como função ativar os canais de cloreto dependentes de glutamato específicos para invertebrados, resultando em paralisia e morte. Casida et al. (1983) mencionam que os piretróides também são neurotóxicos para insetos e evitam o fechamento dos canais de sódio axonal. Saha et al. (2021), por sua vez, mencionam que os SPs, afetam o sistema nervoso central dos besouros e são particularmente mais efetivos no estado larval, levando a uma menor taxa reprodutiva dos mesmos.

Herd et al. (1996), Sommer et al. (1992), Vale et al. (2004) e Wardhaugh et al. (1998), indicam-nos que os resíduos não metabolizados desses compostos continuam a ser excretados durante 1-4 semanas após serem administrados, perdurando nos excrementos e mantendo-se ativos, mantendo ativos os seus efeitos parasiticidas por meio dos mecanismos descritos acima. A toxicidade de amplo espectro da Ivermectina para pragas artrópodes e nematoides também pode, segundo Alvinerie et al. (1999), Floate et al. (2005), Strong

(1992), Verdú et al. (2015) e Wall e Strong (1987), representar riscos para espécies não-alvo em pastagens com ruminantes tratados, visto que, 80–98% da Ivermectina administrada é excretada nas fezes.

Floate et al. (2005), Sommer et al. (1992) e Wall e Strong (1987) mencionam que em avaliações de risco, o uso de avermectinas reduz frequentemente o número da população de coprófagos não alvo, sendo a efetividade dessas toxinas, dependente do momento e método da aplicação, como da concentração das toxinas. Esta afirmação é corroborada por Saha et al. (2021), onde é mencionado que os SPs representam o maior perigo para os besouros, visto que são amplamente utilizados, em climas tropicais, para controlo de pragas como moscas tsé-tsé e carraças.

Bath et al. (1994) mencionam, que o uso indiscriminado de parasiticidas de amplo espectro, deve ser minimizado, para conter os impactos negativos nas populações dos coprófagos, até porque diferentes famílias de coprófagos, diferem na sua sensibilidade a diferentes parasiticidas, pelo que é benéfico identificar as famílias predominantes, para escolher a quantidade e o parasiticida que menos prejudicará a sobrevivência dos coprófagos locais.

Pecenka e Lundgren (2019) revelam que em vários estudos de avaliações de risco (Errouissi et al. 2001; Hempel et al. 2006; Lumaret et al. 2007; Römbke et al. 2010), que mostram que a toxicidade da ivermectina para escaravelhos coprófagos, ao nível das larvas é concentração letal mediana (LC50):470-480 ng/g de estrume para os *Aphodius constans*, LC50: 540 ng/g para os *A. Fimetarius* e LC50: 500–620 ng/g para os *Volinus* distinto, com efeitos subletais a níveis mais baixos, onde as consequências são tamanho médio da larva menor ou um maior tempo de desenvolvimento larval (O’Hea et al. 2010), o que leva a que haja uma redução da sua função ecológica dentro de pastagens, onde existe altos níveis de utilização de ivermectina (+ de 780 ng/g de excremento seco), resultando numa degradação dos excrementos mais lenta, que pode levar anos, nos piores casos (Dadour et al., 1999; Floate et al., 2002; Herd, 1995; Madsen et al., 1990; Römbke et al., 2010; Strong, 1992; Wall e Strong, 1987). Explorações que usam práticas de pastoreio convencionais estão regularmente dentro dos níveis letais ou subletais da ivermectina, experienciados pelas larvas dos coprófagos (Hempel et al., 2006; Römbke et al., 2010), o que juntamente com as suas propriedades de repelentes de insetos disrupta a estrutura da comunidade (Floate, 2007; Webb et al., 2010), que por sua vez pode levar a uma diminuição ou até incapacidade de produzir os seus serviços ecossistêmicos, como a degradação de excrementos e supressão de

pragas (Pecenka e Lundgren, 2018).

Na mesma linha, Sands e Wall (2018) reportam resultados parecidos, baseados em outros estudos, a redução na abundância e diversidade de coprófagos, devido ao tratamento contínuo de parasiticidas (Hutton e Giller, 2003), que resultam na redução das suas funções ecossistêmicas e perdas de produção nos sistemas agrícolas (Manning et al., 2016; Tixier et al., 2015), mencionam também um estudo experimental em pastagem, que sugere a diminuição da riqueza de espécies e diversidade para a taxa de coprófagos após tratamentos com ivermectina, havendo ainda reduções significativas na abundância de 12 dos 32 himenópteros e de dípteros, encontrados nos excrementos, quando comparados com o controle (Jochmann e Blanckenhorn, 2016), um outro estudo de 9 espécies de coprófagos, demonstrou, uma sobrevivência adulta e uma emergência de larvas significativamente reduzida, de 2 e 4 das espécies respectivamente (Beynon et al., 2012).

Pecenka e Lundgren (2019) revelam que o uso deste tipo de parasiticida, é mais associado a práticas de pastoreio contínuo, pelo que o uso de outras práticas de pastoreio, pode levar à redução do seu uso e conseqüentemente a uma comunidade de coprófagos mais saudável. Sands e Wall (2018), menciona também que diferentes sistemas de culturas encontraram maior abundância e diversidade de coprófagos em sistemas orgânicos, onde parasiticidas veterinários não são usados intensivamente, em comparação com sistemas intensivos (Hutton e Giller, 2003), e em áreas de conservação da natureza e explorações orgânicas do que em explorações geridas convencionalmente (Geiger et al., 2010).

De acordo com as investigações de Pecenka e Lundgren (2019), realizadas nas planícies do Norte dos USA, no estado de Dakota do Sul, pastagens com práticas regenerativas (com rotação frequentes, alta densidade de ruminantes associada à não aplicação de ivermectina, simulando o que acontece nos grandes rebanhos migratórios de ruminantes), tiveram maior riqueza, maior diversidade, e maior abundância de espécies de predadores e de escarvelhos, que aponta para valores 19% acima no número de espécies e maior diversidade de espécies, de acordo com o índice de Shannon, do que acontece no pastoreio convencional, verificando-se que a abundância e diversidade de coprófagos é inversamente correlacionada com a crescente aplicação de ivermectina. Estes resultados revelam-se preocupantes pois, a longo prazo, revelam uma perda na diversidade de escarvelhos e na mudança das inter-relações funcionais, enfraquecendo potencialmente a função do ecossistema nas paisagens agrícolas resultando eventualmente em menor degradação dos excrementos dos ruminantes, e por consequência maior transmissão de

doenças e parasitas, redução da fertilidade da pastagem e perdas económicas para os agricultores (Beynon et al., 2015; Nichols et al., 2008; Sands and Wall, 2017).

Hutton e Giller (2003), revelam que no outono existe redução do número de *Aphodius spp.*, em pastagens onde se usam práticas intensivas e a aplicação de Ivermectina na primavera quando comparada com práticas orgânicas e apresentam uma clara separação na classificação da comunidade de insetos quando é ou não usado Ivermectina. Uma possível explicação para esses resultados foi um estudo de modelagem feito por Wardhaugh et al. (2001) que demonstra uma perda de atividade entre 25-35% dos *Ontho phagus taurus* (Schreber, 1759) na segunda geração, quando expostos a um tratamento com a ML eprinomectina, ou de acordo com Sands e Wall (2018), a causa da redução de diversidade no final do verão poderá ser devida à baixa taxa de sobrevivência dos besouros de segunda geração.

Jochmann e Blanckenhorn (2016), corroboram estes dados quando num estudo efetuado em 24 quintas na Suíça, revelou uma significativa redução na eclosão de 12 dos 32 táxons presentes de dípteros (um par de asas, ex. moscas e mosquitos) e himenópteros (dois pares de asas, ex. vespas, abelhas e formigas), quando comparado com as explorações sem uso de Ivermectina, confirmando a redução de biodiversidade.

Krüger e Scholtz (1998a), obtiveram resultados num estudo de campo em ambiente de seca na África do Sul onde os ruminantes (destinados ao abate), nos parques, ao receberem tratamentos padrão da ML Ivermectina, tiveram nos seus excrementos, durante 3 meses, resíduos que afetaram a comunidade dos insetos diminuindo a sua diversidade de espécies (medida pelo índice H' de Shannon) e uniformidade (medido pela uniformidade J' de Pielou), quando comparado com os animais dos parques controlo, que não receberam nenhum tratamento. Quando os acima referidos autores repetiram o estudo sobre elevadas condições de precipitação, não se encontrou nenhum impacto da ML Ivermectina, sugerindo que o stress ambiental, como a seca, pode agravar as consequências da Ivermectina na diversidade dos escaravelhos (Krüger & Scholtz, 1998b), o que eleva o nível de preocupação no nosso clima mediterrâneo.

Beynon et al. (2012) dão-nos ainda a conhecer um estudo em mesocosmo, onde se adicionou 600g de biomassa com 1, 2 ou 3 espécies de 3 grupos funcionais de escaravelhos, Paracoprides (tuneladores), Endocoprides de oviposição no esterco e oviposição no solo, onde após 4 semanas, os escaravelhos Paracopride foram os que mais contribuíram para a decomposição do estrume e com taxas de decomposição mais rápidas do estrume do que os

dois grupos de Endocopríde. Nesse mesmo estudo, revela-nos que comunidades ricas em espécies de coprófagos são como uma redundância que protege o serviço de decomposição de esterco quando sujeitas a perturbações antropogénicas como o tratamento de Ivermectina. Refere ainda, que a taxa de decomposição do esterco ao longo de 4 semanas, é maior quando existe grupos de biomassa igual, de 3 espécies diferentes quando comparados com grupos de 2 ou só 1 espécie em esterco com Ivermectina.

Manning et al. (2017a), referem que a longo prazo, a decomposição dos excrementos é mais rápida com comunidades ricas em espécies, independente da utilização de parasiticida. No entanto questiona o impacto dos anti-helmínticos na atividade dos coprófagos quando após serem expostos, se for disponibilizado excrementos não tratados. Noutra investigação dos mesmos autores (Manning et al., 2017b), é revelado que não se encontrou um efeito significativo da riqueza de espécies na multifuncionalidade em recintos artificiais com quatro espécies de Aphodius expostos à Ivermectina.

No entanto existem alternativas à ivermectina, segundo Souza (2016), no Brasil uma delas é a neem, que demonstrou ter menos impacto nos coprófagos e ainda demonstrou uma maior taxa de funções ecológicas dos mesmos, assim estas substâncias ativas deveram substituir sempre que tal seja possível as substâncias ativas que perturbam as populações de coprófagos na pastagem.

Ainda, nas 11 explorações orgânicas sujeitas a estudo (Sands e Wall, 2018), pôde afirmar-se que houve uma relação positiva entre o número de anos em esta operava de forma orgânica e a abundância de coprófagos, existiu ainda outra relação positiva entre o tamanho das explorações orgânicas e a diversidade de espécies de coprófagos, que não existiu nas explorações convencionais. Tal sugere, que a longo prazo as técnicas utilizadas pelas explorações orgânicas podem ter efeitos positivos na abundância e biodiversidade dos coprófagos ao nível das explorações. Resultados similares, foram encontrados em Éire, Irlanda (Hutton e Giller, 2003) e na Holanda (Geiger et al., 2010), se bem que ambos os estudos também foram realizados em baixa escala ($n < 6$). Num último estudo, explorações que participaram em práticas agroambientais, que visam apoiar a biodiversidade e melhorar a qualidade da água, do ar e do solo (Rural Development Programme - NIRDP, 2016), obtiveram uma abundância significativamente maior no final do verão, sugerindo que tais práticas são benéficas às comunidades de coprófagos ao longo das estações do ano.

2.11. Alimentos alternativos com base em produtos animais.

A United Nations Environment Programme (2023), refere o aumento de 50% do consumo de alimentos provenientes de animais até 2050, insustentável com as práticas agrícolas existentes, devido aos aspetos negativos associados à produção animal como a emissão de gases de efeito de estufa, poluição de ar e água, perda de biodiversidade, degradação dos solos e riscos sanitários como doenças zoonóticas e resistência anti microbiais aos antibióticos. Por essas razões, sugere alimentos alternativos como:

- Carne produzida em laboratório, feita a partir de células extraídas de animais e posteriormente crescidas em biorreactores, após o seu crescimento as células musculares, adiposas e de outros tipos são combinadas em plataformas 3D de forma a terem as mesmas características organolépticas da carne convencional.
- Alimentos à base de plantas, feitos com o objetivo de replicar as experiências sensoriais de produtos animais, combinando proteínas vegetais, gorduras, minerais, vitaminas, água e outros aditivos.
- Alimentos ricos em proteína derivada da fermentação por microrganismos, que podem ser divididos em dois grupos, fermentação de biomassa onde os microrganismos produzidos são os usados nos alimentos e fermentação de precisão, onde os microrganismos produzem ingredientes, como proteínas e vitaminas, para serem posteriormente usados na melhoria da eficiência do crescimento das células da carne produzida em laboratório ou para melhorar a textura e sabor dos alimentos à base de plantas referidos anteriormente.

O European Food Information Council (EUFIC, 2023), acrescenta ainda macroalgas, microalgas e insetos como fontes de alimentos alternativos, sendo que na Europa já é possível comercializar 4 tipos de insetos, entre eles uma espécie de gafanhoto e grilo e duas de larvas da farinha, a DGAV (2023) confirma a aprovação para consumo humano das espécies *Tenebrio molitor*, *Locusta migratória*, *Acheta domesticus* e *Apis mellífera* para colocação do mercado Português inteiras (não vivas) e moídas. O mesmo autor afirma que o regulamento de execução da União Europeia já aprovou as seguintes espécies, sob certas condições de uso, “*Acheta domesticus*, congelada, desidratada e em pó, *Alphitobius diaperinus* (tenebrião-pequeno), larvas nas formas congelada, em pasta, desidratada e em pó, *Acheta domesticus* (grilo-doméstico), pó parcialmente desengordurado, *Locusta migratoria*, congelada, desidratada e em pó, *Tenebrio molitor*, larvas desidratadas e *Tenebrio molitor*, larvas congeladas, secas e em pó.”

Lange e Nakamura (2021) referem a elevada percentagem, até 61% de proteína por

peso seco, dos grilos e gafanhotos torna-os excelentes ingredientes para aumentar a percentagem de proteína de uma refeição ou ração, com o benefício de estes se reproduzirem rapidamente e serem capazes de utilizar desperdícios orgânicos como alimento, no entanto segundo Mina et al. (2023), não será fácil de integrar insetos na dieta dos Europeus, visto que muitos ainda se recusam a experimentar os produtos provenientes destes, muito devido ao facto que os Europeus não estão habituados a associarem comida a insetos.

Halloran e Vantomme (2013) acrescentam a habilidade dos insetos converterem alimento em peso vivo quatro vezes superior aos ruminantes, com menor necessidade de água e área tendo por isso uma pegada ambiental inferior e que são altamente nutricionais com altos valores de proteína, gordura e minerais, que podem também ser usados para rações de animais especialmente para aquacultura e avicultura, visto que já fazem parte da sua dieta natural.

Lange e Nakamura (2023) referem a grande vantagem que a produção sustentável de insetos para consumo humano ou para animais, visto que estes são capazes de usar desperdícios alimentares orgânicos como composto, dejetos e vegetais inadequados para o consumo humano, nos seus processos metabólicos, diminuindo assim possíveis contaminações ambientais que esses subprodutos possam causar. Segundo Ojha et al. (2020), a produção de insetos irá ajudar a tornar a cadeia alimentar dos insetos numa economia circular sustentável, aproveitando os desperdícios ou subprodutos orgânicos e transformando-os em proteína de alto valor, para pelos menos a aquacultura e avicultura (fig. 2.11.1). No entanto, como refere Smetana et al. (2016), menor qualidade da alimentação dos insetos, pode causar reduções na sua eficiência alimentar e crescimento.



Figura - 2.11.1 - O papel dos insetos na economia circular. **Fonte:** Freitas (2018).

A International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF, 2024), afirma que com a

Regulação (EU) No 2017/893 (Anexo X), começou a ser possível adicionar proteína proveniente de sete espécies na alimentação da aquacultura, e que em 2021 com a Regulação (EU) No 2021/1925, foi adicionada mais uma espécie de inseto e alastrou-se a conceção para a alimentação da avicultura e suinicultura.

3. Conclusão

Segundo a OECD/FAO (2021), o consumo de carne na próxima década irá aumentar 14% como resultado de um crescimento demográfico, sobretudo nos países em desenvolvimento. Entretanto, durante os últimos 40 anos, 30% dos solos destinados à agricultura (1.5 bilhões ha) foram abandonados devido à erosão e sua degradação, uma vez que são perdidos para a agricultura anualmente cerca de 2 milhões ha entre outras causas devido à severa degradação dos solos, sendo o solo agrícola produtivo um ecossistema não renovável em perigo ou quiçá eventualmente renovável a longo prazo.

Diversos autores apresentam, entretanto, a agricultura em Portugal como pouco produtiva quando comparada com outros países da UE28, devida em parte ao esgotamento dos solos na revolução agrícola do séc. XX que utilizou práticas pouco sustentadas.

Portugal é hoje um país com grande parte da sua SAU ocupada por pastagens permanentes, degradadas no seu potencial quantitativo e qualitativo, pois infelizmente 71.6% dessas áreas não sofre qualquer intervenção agronómica para as tornar mais produtivas.

De facto, solos muitas vezes ácidos, pouco férteis e com baixos teores de MO. e baixa Capacidade de Troca catiónica (CTC), apenas permitem que a capacidade produtiva das pastagens em Portugal sejam baixas.

O clima Mediterrâneo com a sua imprevisibilidade também não ajuda, impondo grandes variações na produtividade dentro do ano, baixas ou inexistentes produções no Inverno ou Verão, e também ano para ano, o que obriga à necessidade da produção de forragens para garantir alimento para colmatar esses períodos de escassez.

No entanto, para Carvalho (2018b), existem várias formas de aumentar a produtividade das pastagens, referindo a facilidade com que pastagens de sequeiro se tornam mais produtivas após a correção de acidez dos seus solos com calcário dolomítico e aplicação de fósforo (2.4).

Crespo (2006), por sua vez, menciona a consociação de leguminosas e gramíneas (PBRL), como uma forma de tornar as pastagens mais nutritivas, com uma produção mais regular ao longo do ano, mais sustentáveis devido à redução da necessidade de adubações azotadas e recuperação da fertilidade dos solos, maior adaptação às variações climáticas e ainda com a sua vantagem de ressementeira natural quando usadas racionalmente (2.5).

Freixial (2016), introduz a sementeira direta como forma de semear ou introduzir espécies na pastagem, sem a necessidade de mobilizações mecânicas, evitando assim os

custos inerentes a tais mobilizações, perdas do solo via erosão e a mineralização do mesmo e ainda a manutenção da estrutura do solo permitindo o pastoreio no inverno e primavera no ano de introdução de espécies sem que haja danos significativos no solo devido a compactações (2.6).

Ainda que a produção de pastagens regadas possa ser um importante fator multiplicativo na produção de pastagens, Carvalho (2018b) recorda a necessidade da utilização da água de uma forma eficiente pois, segundo ele, este fator é muitas vezes escasso e caro na sua utilização, sendo por isso necessário maximizar a sua utilização, propondo as forragens regadas no Outono, onde isso tende a acontecer, como uma solução possível. A existência de água, permite a rega de culturas de outono/inverno/primavera antes das primeiras chuvas para adiantar a sua emergência e antecipação do ciclo de produção com escassas dotações de rega e assim colmatar a falta de suficiente quantidade de chuva para um bom crescimento dessa forragem (2.7).

Porque os humanos, não conseguem obviamente aproveitar as pastagens, são os ruminantes que delas se alimentam, que transformam os alimentos com elevados teores de fibra e outros subprodutos da indústria em alimentos de alto valor biológico para humanos. Para além disso, as pastagens permanentes também proporcionam serviços de ecossistema, especialmente quando se encontram em sistemas extensivos silvo-pastoris, providenciando áreas de refúgio para uma grande biodiversidade de espécies, este sistema tem ainda uma grande capacidade de sequestrar carbono, demonstrando a multiplicidade dos benefícios que estes sistemas podem trazer a Portugal (2.8).

A gestão das pastagens e o manejo dos animais que as aproveitam, é crítica para o sucesso da sua manutenção, quer esta seja com a liberdade do pastoreio contínuo ou com mais controlo no pastoreio rotacional, devendo visar sempre a sua manutenção no tempo com elevada produtividade e qualidade para os ruminantes (2.9).

Na biodiversidade proporcionada pela existência de sistemas de produção animal com ruminantes baseados em pastagens e forragens, fazem também parte os coprófagos, cujas populações não deverão ser perturbadas por práticas erradas de manejo, mobilizações do solo e utilização de algumas substâncias ativas nos desparasitantes que podem ser nocivas para os seus habitats. outrora deificados no antigo Egipto, mas pouco estudados em Portugal e ainda seriamente ameaçados pelo regular uso de parasiticidas, segundo Saha et al. (2021) ocupam um papel importante no ciclo de nutrientes da pastagem, estes ajudam na decomposição dos dejetos dos ruminantes e na sua redistribuição pela pastagem, tornando-a

mais produtiva (2.10).

Por fim, a crescente procura de proteína animal, poderá ser ainda conseguida com a produção de alimentos alternativos, com base de origem animal, necessários para conseguir suportar, sem que seja necessário desflorestar e desmatar novas áreas para produzir mais carne a partir de ruminantes, que necessitam de menos recursos e até possam usar subprodutos desses mesmos sistemas para produzirem proteína de alto valor biológico (2.11).

4. Bibliografia

Abreu, M. C., & Freitas, M. B. C. (2020). *Utilização sustentável da pastagem na produção animal – contributo dos sistemas extensivos de produção de bovinos para a neutralidade carbónica*. [Apresentação]. Comunicação oral apresentada na 42ª Reunião de Outono, Sociedade portuguesa de pastagens e forragens, Castro verde, dezembro de 2020.

https://www.sppf.pt/images/reunioes_outono/42%C2%AA_RO/Cancela_dAbreu_e_M%C2%AA_Bel%C3%A9m_Freitas_2020_-_42%C2%AA_RO.pdf

AHDB Beef & Lamb (2017). *The BRP Cattle and Sheep Parasite Control Product Guide*. Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB), Warwickshire, UK.

https://projectblue.blob.core.windows.net/media/Default/Imported%20Publication%20Docs/ParasiteControlGuide2024_231124_WEB.pdf

Alvinerie, M., Sutra, J. F., Galtier, P., Lifschitz, A., Virkel, G., Sallovitz, J., & Lanusse, C. (1999). Persistence of ivermectin in plasma and faeces following administration of a sustained-release bolus to cattle. *Research in Veterinary Science*, 66(1), 57-61.

<https://doi.org/10.1053/rvsc.1998.0240>

Andresen, E. (2002). Dung beetles in a Central Amazonian rainforest and their ecological role as secondary seed dispersers. *Ecological Entomology*, 27(3), 257-270.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2002.00408.x>

Andresen, E. (2003). Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography*, 26(1), 87-97.

<https://doi.org/10.1034/j.1600-0587.2003.03362.x>

Arranja, C. (2021). A insegurança hídrica na agricultura Como garantir abastecimento de água para ter regadio no futuro? Um caminho para a sustentabilidade. *Public Policy Portuguese Journal*, 6(2), 186-208.

https://pagina.arbcas.pt/images/Public_Policy_Portuguese_Journal_Vol6_N2_2021_CARINA.pdf

Associação de Defesa do Património de Mértola (2023). *Mais pecuária extensiva mais biodiversidade para a Europa*. [MANIFESTO]. https://www.med.uevora.pt/wp-content/uploads/2022/09/Manifesto_maisPecuariaExtensiva_maisBiodiversidade.pdf

Bang, H. S., Lee, J. H., Kwon, O. S., Na, Y. E., Jang, Y. S., & Kim, W. H. (2005). Effects of paracoprid dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) on the growth of pasture

- herbage and on the underlying soil. *Applied Soil Ecology*, 29(2), 165-171.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.11.001>
- Barros, M. C. O., Calado, N., Gomes, A. A., Inácio M. L., Lopes, F. J. L., Marcelino, A. C., Sousa, E. M. R., & Varela, M. C. (2006). *Boas práticas de gestão em Sobreiro e Azinheira*. Direção Geral dos Recursos Florestais.
https://www.inia.pt/images/publicacoes/livros-manuais/boas_praticas_sobreiro_azinheira.pdf
- Barth, V. P., Reardon, C. L., Coffey, T., Klein, A. M., McFarland, C., Huggins, D. R., & Sullivan, T. S. (2018). Stratification of soil chemical and microbial properties under no-till after liming. *Applied Soil Ecology*, 130, 169-177.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.06.001>
- Belo, C. C., Marques, M. R., Ribeiro, J. M., & Belo, A. T. (2019). Valor nutritivo de pastagens de regadio. Suplementação de ovelhas “Serra da Estrela” em pastoreio, produtividade e interpretação metabólica dos resultados. *Revista de Ciências Agrárias*, 42(2), 314-331. <https://doi.org/10.19084/rca.17181>
- Beynon, S. A., Mann, D. J., Slade, E. M., & Lewis, O. T. (2012). Species-rich dung beetle communities buffer ecosystem services in perturbed agro-ecosystems. *Journal of Applied Ecology*, 49(6), 1365-1372. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2012.02210.x>
- Beynon, S. A., Wainwright, W. A., & Christie, M. (2015). The application of an ecosystem services framework to estimate the economic value of dung beetles to the UK cattle industry. *Ecological Entomology*, 40, 124-135. <https://doi.org/10.1111/een.12240>
- Blanco-Canqui, H. (2011). Does no-till farming induce water repellency to soils? *Soil Use and Management*, 27(1), 2-9. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00318.x>
- Blanco-Canqui, H., & Ruis, S. J. (2018). No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*, 326, 164-200. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.03.011>
- Blanco-Canqui, H., & Wortmann, C. S. (2020). Does occasional tillage undo the ecosystem services gained with no-till? A review. *Soil and Tillage Research*, 198, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104534>
- Blanco-Canqui, H., Mikha, M. M., Presley, D. R., & Claassen, M. M. (2011a). Addition of cover crops enhances no-till potential for improving soil physical properties. *Soil Science Society of America Journal*, 75(4), 1471-1482.
<https://doi.org/10.2136/sssaj2010.0430>

- Blanco-Canqui, H., Schlegel, A. J., & Heer, W. F. (2011b). Soil-profile distribution of carbon and associated properties in no-till along a precipitation gradient in the central Great Plains. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144(1), 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.07.004>
- Bloomquist, J. R. (1996). Ion channels as targets for insecticides. *Annual Review of Entomology*, 41(1), 163-190. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.41.010196.001115>
- Bourscheidt, M. L., Gomes, F. J., Pedreira, C. G., Boote, K. J., Hoogenboom, G., Pereira, D. H., & Pedreira, B. C. (2023). Highlighting the benefits of biological nitrogen fixation on agronomic, physiological, and nutritive value traits of brachiaria grass. *European Journal of Agronomy*, 143, 126730. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126730>
- Butler, L., Cropper, J., Johnson, R., Norman, A., Peacock, G., Shaver, P., & Spaeth, K. (2003). National range and pasture handbook. *USDA National Resources Conservation Service, Washington, DC, USA*, 214.
- Carboni, M. R. (2021). *O pastoreio Adaptativo-Multi-Paddock como ferramenta para o melhoramento da eficiência de utilização da grama* (Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora). <http://hdl.handle.net/10174/30687>
- Carreira, E., Serrano, J., Pinto Gomes, C., Pilirito, A., Lopes de Castro, J., Carvalho, M., & Pereira, A. (2022). *Efeito da aplicação de calcário dolomítico e de diferentes tipos de pastoreio (contínuo vs diferido), no crescimento e produção de matéria seca em pastagens naturais no Montado*. Comunicação Oral no III Congresso Luso-Espanhol de Pecuária Extensiva e Desenvolvimento Rural, Centro de Congressos de Cáceres, Espanha, 1-2 de dezembro 2022. <http://hdl.handle.net/10174/32872>
- Carvalho, M. (2016). *As forragens de regadio como estratégia de sustentabilidade para a produção de pecuária*. XXXVII Reunião de Primavera, Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. https://www.sppf.pt/images/reunioes_primavera/37%C2%AA_RP/Carvalho_M.2016-37%C2%AA_RP_Serpa.pdf
- Carvalho, M. (2018a). O papel da pastagem na recuperação do solo no montado. *Pastagens e Forragens*, 35/38, 1-21. <http://hdl.handle.net/10174/23845>
- Carvalho, M. (2018b). A Seca e a intensificação sustentável dos sistemas agropecuários: desafios e soluções. *Indústria e Ambiente*, 110, 24-27. <https://rdpc.uevora.pt/bitstream/10174/23541/1/M%C3%A1rio%20Carvalho%2020>

[18.pdf](#)

- Carvalho, R. J. M., & Carvalho, M. J. M. (1991). Variabilidade genética na Tolerância ao Manganês em Trevo Subterrâneo, Senso Lato. I – Entre Variedades de Trifolium Subterrâneo, L. e uma Variedade de Trifolium Yannanicum, Katzan & Morley. *Pastagens e Forragens*, 12, 141-161.
- Carvalho, R. J. M., Carvalho, M. J. M. & Lutticken, R. (1991). Toxicidade de Manganês em Trevo Subterrâneo, Trifolium Subterraneum, L. em Solos Pg. Efeito da aplicação de Cálcio e Magnésio. *Pastagens e Forragens*, 12, 133-139.
- Casida, J. E., Gammon, D. W., Glickman, A. H., & Lawrence, L. J. (1983). Mechanisms of selective action of pyrethroid insecticides. *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 23(1), 413-438. <https://doi.org/10.1146/annurev.pa.23.040183.002213>
- Castro, L. G., Cogo, N. P., & Volk, L. B. D. S. (2006). Alterations in soil surface roughness by tillage and rainfall in relation to water erosion. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30, 339-352. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000200014>
- Çelik, İ., Günal, H., Acar, M., Acir, N., Barut, Z. B., & Budak, M. (2019). Strategic tillage may sustain the benefits of long-term no-till in a Vertisol under Mediterranean climate. *Soil and Tillage Research*, 185, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.08.015>
- Crespo, D. G. (1975). *Fatores Elementares do Sequeiro do Sul-Prados Temporários e Permanentes*. INIA, Oeiras.
- Crespo, D. G. (2006). *O Papel das Pastagens Biodiversas Ricas em Leguminosas na Reabilitação da Agricultura Alentejana e na Qualidade dos seus Produtos Tradicionais*. Ruraltec, Universidade de Évora, Évora. Outubro, 2006.
- Dadour, I. R., Cook, D. F., & Neesam, C. (1999). Dispersal of dung containing ivermectin in the field by *Onthophagus taurus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Bulletin of Entomological Research*, 89(2), 119-123. <https://doi.org/10.1017/S000748539900019X>
- Dang, Y. P., Moody, P. W., Bell, M. J., Seymour, N. P., Dalal, R. C., Freebairn, D. M., & Walker, S. R. (2015a). Strategic tillage in no-till farming systems in Australia's northern grains-growing regions: II. Implications for agronomy, soil and environment. *Soil and Tillage Research*, 152, 115-123. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.12.013>
- Dang, Y. P., Seymour, N. P., Walker, S. R., Bell, M. J., & Freebairn, D. M. (2015b).

- Strategic tillage in no-till farming systems in Australia's northern grains-growing regions: I. Drivers and implementation. *Soil and Tillage Research*, 152, 104-114.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2015.03.009>
- Davis, A. J., & Sutton, S. L. (1997). A dung beetle that feeds on fig: implications for the measurement of species rarity. *Journal of Tropical Ecology*, 13(5), 759-766.
<https://doi.org/10.1017/S0266467400010919>
- Davis, A. J., Holloway, J. D., Huijbregts, H., Krikken, J., Kirk-Spriggs, A. H., & Sutton, S. L. (2001). Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *Journal of Applied Ecology*, 38(3), 593-616.
<https://doi.org/10.1046/j.1365-2664.2001.00619.x>
- Dias, R. (2021) *Manual de Instalação de Pastagens Biodiversas*, Palombar, Conservação da Natureza e do Património Rural. Guia Informativo.
https://www.palombar.pt/ficheiros/galeria/livros_602a733cc8ce3_26_3.pdf
- Dias-Filho, M. B. (2015). Estratégias de recuperação de pastagens degradadas na Amazônia brasileira.
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1019156>
- Doube, B. M. (1990). A functional classification for analysis of the structure of dung beetle assemblages. *Ecological Entomology*, 15(4), 371-383.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1990.tb00820.x>
- Doube, B. M. (2008). *The pasture growth and environmental benefits of dung beetles to the southern Australian cattle industry*. Meat & Livestock Industry, North Sydney, NSW, 85-93.
- Errouissi, F., Alvinerie, M., Galtier, P., Kerboeuf, D., & Lumaret, J. P. (2001). The negative effects of the residues of ivermectin in cattle dung using a sustained-release bolus on *Aphodius constans* (Duft.)(Coleoptera: Aphodiidae). *Veterinary Research*, 32(5), 421-427. <https://doi.org/10.1051/vetres:2001134>
- Esteves, L. R. P. (2013). *A Importância das Pastagens na Conservação de Solos—o Caso de Mértola* (Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas-Universidade Nova de Lisboa).
https://run.unl.pt/bitstream/10362/10704/1/Leonor_Esteves_17579.pdf
- Fincher, G. T. (1981). The potential value of dung beetles in pasture ecosystems [Texas]. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 16, 316-333.
- Floate, K. D. (2007). Endectocide residues affect insect attraction to dung from treated

- cattle: implications for toxicity tests. *Medical and Veterinary Entomology*, 21(4), 312-322. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2915.2007.00702.x>
- Floate, K. D., Colwell, D. D., & Fox, A. S. (2002). Reductions of non-pest insects in dung of cattle treated with endectocides: a comparison of four products. *Bulletin of Entomological Research*, 92(6), 471-481. <https://doi.org/10.1079/BER2002201>
- Floate, K. D., Wardhaugh, K. G., Boxall, A. B., & Sherratt, T. N. (2005). Fecal residues of veterinary parasiticides: nontarget effects in the pasture environment. *Annual Review Entomology*, 50, 153-179. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.50.071803.130341>
- Freixial, R. (2010). *O Montado - Um sistema multi-funcional*. [PowerPoint de apoio à disciplina de culturas herbáceas extensivas, lecionada na Universidade de Évora, <http://hdl.handle.net/10174/2354>
- Freixial, R. (2012). *A Agricultura de Conservação e a Sementeira Directa em Pastagens e Forragens*. Conferência na XXXIV Reunião de Outono da Sociedade portuguesa de Pastagens e Forragens, Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas, 22 de novembro de 2012. <http://hdl.handle.net/10174/9215>
- Freixial, R. (2016). *As Pastagens de Sequeiro são a Base Para a Produção Pecuária Sustentável*. XXXVII Reunião de Primavera, Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens. <http://hdl.handle.net/10174/27377>
- Freixial, R. (2019a). *Sementeira direta e agricultura de conservação*. Sílabas e desafios, Faro, 280-283.
- Freixial, R. (2019b). *Sementeira direta e agricultura de conservação*. Sílabas e desafios, Faro, 91-95.
- Freixial, R. (2023). *Pastagens e Forragens* [PowerPoint de apoio à disciplina Pastagens e Forragens, lecionada na Universidade de Évora.
- Freixial, R., & Alpendre, P. (2013a). *Conservação de Forragens – Fenação*. [Texto de apoio para Unidades Curriculares]. <http://hdl.handle.net/10174/9441>
- Freixial, R., & Alpendre, P. (2013b). *Conservação de Forragens – Ensilagem*. [Texto de apoio para Unidades Curriculares] <http://hdl.handle.net/10174/9440>
- Freixial, R., & Alpendre, P. (2013c). *Conservação de Forragens - Grandes Fardos Cilíndricos e Paralelepípedicos*. [Texto de apoio para Unidades Curriculares] <http://hdl.handle.net/10174/9442>
- Freixial, R., & Barros, J. (2012a) – *Pastagens*. [Texto de apoio para as Unidades

- Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuário, Noções Básicas de Agricultura e Tecnologia do Solo e das Culturas]. Departamento de Fitotecnia, Universidade Évora. <http://hdl.handle.net/10174/5107>
- Freixial, R., & Barros, J. (2012b) – *Forragens*. [Texto de apoio para as Unidade Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Noções Básicas de Agricultura e Tecnologia do Solo e das Culturas]. Departamento de Fitotecnia, Universidade Évora. <http://hdl.handle.net/10174/5106>
- Freixial, R., & Carvalho, M. (2013). A agricultura de conservação e a sementeira direta em pastagens. *Vida Rural*, 32-34. <http://hdl.handle.net/10174/9270>
- Garcia, J. P., Wortmann, C. S., Mamo, M., Drijber, R., & Tarkalson, D. (2007). One-time tillage of no-till: Effects on nutrients, mycorrhizae, and phosphorus uptake. *Agronomy Journal*, 99(4), 1093-1103. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0261>
- Geiger, F., Brunsting, A. M. H., & de Snoo, G. R. (2010). Insect abundance in cow dung pats of different farming systems. *Entomologische Berichten*, 70(4), 106-110. <https://natuurtijdschriften.nl/pub/1011683>
- Ghidey, F., & Alberts, E. E. (1998). Runoff and soil losses as affected by corn and soybean tillage systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 53(1), 64-70.
- Goss, M. J., & Carvalho, M. J. G. P. R. (1992). Manganese toxicity: the significance of magnesium for the sensitivity of wheat plants. *Plant and Soil*, 139, 91-98. <https://doi.org/10.1007/BF00012846>
- Gracia, M., Broncano, M. J., & Retana, J. (2021) *Manual for the design and implementation of a regenerative agri-food model: the Polyfarming system*. Barcelona (Spain), CREA https://polyfarming.eu/wp-content/uploads/2021/11/Manual_Polyfarming_Web.pdf
- Grandy, A. S., Robertson, G. P., & Thelen, K. D. (2006). Do productivity and environmental trade-offs justify periodically cultivating no-till cropping systems?. *Agronomy Journal*, 98(6), 1377-1383. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0137>
- Grossi, G., Vitali, A., Lacetera, N., Danieli, P. P., Bernabucci, U., & Nardone, A. (2020). Carbon footprint of mediterranean pasture-based native beef: effects of agronomic practices and pasture management under different climate change scenarios. *Animals*, 10(3), 415. <https://doi.org/10.3390/ani10030415>
- Halfpter, G., & Edmonds, W. D. (1982). *The nesting behavior of dung beetles*

- (*Scarabaeinae*). *An ecological and evolutive approach*. Sociedad Mexicana de Entomología, México.
- Halfpeter, G., & Matthews, E. G. (1966). *The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae)*. Sociedade Mexicana de Entomología, México.
- Halloran A., & Vantomme P. (2013). *The contribution of insects to food security, livelihoods and the environment*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d9a23886-028c-47f6-bf72-ec4abfbd0c38/content>
- Hanski, I. & Cambeford, Y. (1991). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press, Princeton, pp.283-329.
- Hempel, H., Scheffczyk, A., Schallnaß, H. J., Lumaret, J. P., Alvinerie, M., & Römbke, J. (2006). Toxicity of four veterinary parasiticides on larvae of the dung beetle *Aphodius constans* in the laboratory. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, 25(12), 3155-3163. <https://doi.org/10.1897/06-022R2.1>
- Herd, R. (1995). Endectocidal drugs: ecological risks and counter-measures. *International Journal for Parasitology*, 25(8), 875-885. [https://doi.org/10.1016/0020-7519\(95\)00018-W](https://doi.org/10.1016/0020-7519(95)00018-W)
- Herd, R. P., Sams, R. A., & Ashcraft, S. M. (1996). Persistence of ivermectin in plasma and faeces following treatment of cows with ivermectin sustained-release, pour-on or injectable formulations. *International Journal for Parasitology*, 26(10), 1087-1093. [https://doi.org/10.1016/S0020-7519\(96\)80007-5](https://doi.org/10.1016/S0020-7519(96)80007-5)
- Hill, C. J. (1996). Habitat specificity and food preferences of an assemblage of tropical Australian dung beetles. *Journal of Tropical Ecology*, 12(4), 449-460.
<https://doi.org/10.1017/S026646740000969X>
- Holter, P. (1979). Effect of dung-beetles (*Aphodius* spp.) and earthworms on the disappearance of cattle dung. *Oikos*, 393-402. <https://doi.org/10.2307/3544751>
- Holter, P. (2004). Dung feeding in hydrophilid, geotrupid and scarabaeid beetles: Examples of parallel evolution. *European Journal of Entomology*, 101(3), 365-372.
- Hutton, S. A., & Giller, P. S. (2003). The effects of the intensification of agriculture on northern temperate dung beetle communities. *Journal of Applied Ecology*, 40(6), 994-1007. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2003.00863.x>
- INE (2017). *Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas - 2016*. Lisboa: Instituto

Nacional de Estatística.

INE (2021a) - *Recenseamento Agrícola - Análise dos principais resultados – 2019*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

INE (2021b) - *Estatísticas Agrícolas – 2020*. Lisboa: Instituto Nacional de Estatística.

Jochmann, R., & Blanckenhorn, W. U. (2016). Non-target effects of ivermectin on trophic groups of the cow dung insect community replicated across an agricultural landscape. *Basic and Applied Ecology*, 17(4), 291-299.

<https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.01.001>

Kettler, T. A., Lyon, D. J., Doran, J. W., Powers, W. L., & Stroup, W. W. (2000). Soil quality assessment after weed-control tillage in a no-till wheat–fallow cropping system. *Soil Science Society of America Journal*, 64(1), 339-346.

<https://doi.org/10.2136/sssaj2000.641339x>

Klein, B. C. (1989). Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology*, 70(6), 1715-1725.

<https://doi.org/10.2307/1938106>

Krüger, K., & Scholtz, C. H. (1998a). Changes in the structure of dung insect communities after ivermectin usage in a grassland ecosystem. I. Impact of ivermectin under drought conditions. *Acta Oecologica*, 19(5), 425-438.

[https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(98\)80048-9](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(98)80048-9)

Krüger, K., & Scholtz, C. H. (1998b). Changes in the structure of dung insect communities after ivermectin usage in a grassland ecosystem. I. Impact of ivermectin under drought conditions. *Acta Oecologica*, 19(5), 439-451.

[https://doi.org/10.1016/S1146-609X\(98\)80048-9](https://doi.org/10.1016/S1146-609X(98)80048-9)

Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2021). Edible insects as future food: chances and challenges. *Journal of Future Foods*, 1(1), 38-46.

<https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.10.001>

Lange, K. W., & Nakamura, Y. (2023) Potential contribution of edible insects to sustainable consumption and production. *Front. Sustain*, 4, 1112950. [https://doi: 10.3389/frsus.2023.1112950](https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1112950)

Lee, C. M., & Wall, R. (2006). Cow-dung colonization and decomposition following insect exclusion. *Bulletin of Entomological Research*, 96(3), 315-322.

<https://doi.org/10.1079/BER2006428>

Lewis, R. W., Barth, V. P., Coffey, T., McFarland, C., Huggins, D. R., & Sullivan, T. S.

- (2018). Altered bacterial communities in long-term no-till soils associated with stratification of soluble aluminum and soil pH. *Soil Systems*, 2(1), 7.
<https://doi.org/10.3390/soils2010007>
- Losey, J., & Vaughan, M. (2006). The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56(4), 313-323. <https://doi.org/10.1641/0006-3568>
- Lumaret, J. P., Alvinerie, M., Hempel, H., Schallnaß, H. J., Claret, D., & Römbke, J. (2007). New screening test to predict the potential impact of ivermectin-contaminated cattle dung on dung beetles. *Veterinary Research*, 38(1), 15-24.
<https://doi.org/10.1051/vetres:2006041>
- Madsen, M., Nielsen, B. O., Holter, P., Pedersen, O. C., Jespersen, J. B., Jensen, K. M. V., ... & Gronvold, J. (1990). Treating cattle with Ivermectin: effects on the fauna and decomposition of dung pats. *Journal of Applied Ecology*, 27(1), 1-15.
<https://doi.org/10.2307/2403564>
- Manning, P., Beynon, S. A., & Lewis, O. T. (2017a). Quantifying immediate and delayed effects of anthelmintic exposure on ecosystem functioning supported by a common dung beetle species. *PloS One*, 12(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182730>
- Manning, P., Slade, E. M., Beynon, S. A., & Lewis, O. T. (2016). Functionally rich dung beetle assemblages are required to provide multiple ecosystem services. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 218, 87-94.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.007>
- Manning, P., Slade, E. M., Beynon, S. A., & Lewis, O. T. (2017b). Effect of dung beetle species richness and chemical perturbation on multiple ecosystem functions. *Ecological Entomology*, 42(5), 577-586.
<https://doi.org/10.1111/een.12421>
- Melado, J. (2016). Manejo Sustentável de Pastagens, Pastoreio Voisin – Manejo de Pastagem Ecológica, Cerca Elétrica padrão Fazenda Ecológica.
[https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/476/Documentos/Apostila_Manajejo%20Sustentavel de Pastagens 11 11 2016.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/476/Documentos/Apostila_Manajejo%20Sustentavel%20de%20Pastagens%2011%2011%202016.pdf)
- Michalk, D. L., Dowling, P. M., Kemp, D. R., King, W. M., Packer, I. J., Holst, P. J., ... & Stanley, D. F. (2003). Sustainable grazing systems for the central tablelands, New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43(8), 861-874.
<https://doi.org/10.1071/EA02180>
- Mina, G., Peira, G., & Bonadonna, A. (2023). The potential future of insects in the

- European food system: A systematic review based on the consumer point of view. *Foods*, 12(3), 646. <https://doi.org/10.3390/foods12030646>
- Mittal, I. C. (1993). Natural manuring and soil conditioning by dung beetles. *Tropical Ecology*, 34, 150–159. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19941902928>
- Moreira, N. (2002). *Agronomia das forragens e pastagens*. Vila Real, Portugal: Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro. ISBN 972-669-487-6.
- Moreno, F., Arrúe, J. L., Cantero-Martínez, C., López, M. V., Murillo, J. M., Sombrero, A., ... & Álvaro-Fuentes, J. (2010). Conservation agriculture under Mediterranean conditions in Spain. *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*, 175-193. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9513-8_6
- Moreno, G. (2008). Response of understorey forage to multiple tree effects in Iberian dehesas. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(1-3), 239-244. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.04.006>
- Moreno, G., Bartolome, J.W., Gea-Izquierdo, G., Cañellas, I. (2013). Overstory–Understory Relationships. In: *Mediterranean Oak Woodland Working Landscapes*. Landscape Series ,16. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6707-2_6
- Nichols, E., Spector, S., Louzada, J., Larsen, T., Amezquita, S., Favila, M. E., & Network, T. S. R. (2008). Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation*, 141(6), 1461-1474. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.04.011>
- Nummelin, M., & Hanski, I. (1989). Dung beetles of the Kibale Forest, Uganda; comparison between virgin and managed forests. *Journal of Tropical Ecology*, 5(3), 349-352. <https://doi.org/10.1017/S0266467400003758>
- O’Hea, N. M., Kirwan, L., Giller, P. S., & Finn, J. A. (2010). Lethal and sub-lethal effects of ivermectin on north temperate dung beetles, *Aphodius ater* and *Aphodius rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Insect Conservation and Diversity*, 3(1), 24-33. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00068.x>
- Obour, A. K., Mikha, M. M., Holman, J. D., & Stahlman, P. W. (2017). Changes in soil surface chemistry after fifty years of tillage and nitrogen fertilization. *Geoderma*, 308, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.020>
- OECD/FAO (2021), *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030*, OECD Publishing,

- Paris, 163-177. <https://doi.org/10.1787/19428846-en>.
- Ojha, S., Bußler, S., & Schlüter, O. K. (2020). Food waste valorisation and circular economy concepts in insect production and processing. *Waste Management*, *118*, 600-609. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.09.010>
- Pecenka, J. R., & Lundgren, J. G. (2019). Effects of herd management and the use of ivermectin on dung arthropod communities in grasslands. *Basic and Applied Ecology*, *40*, 19-29. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2019.07.006>
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linqvist, B. A., Van Groenigen, K. J., Lee, J., Lundy, M. E., ... & Van Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, *517*(7534), 365-368. <https://doi.org/10.1038/nature13809>
- Popay, I., & Field, R. (1996). Grazing animals as weed control agents. *Weed Technology*, *10*(1), 217-231. <https://doi.org/10.1017/S0890037X00045942>
- Quincke, J. A., Wortmann, C. S., Mamo, M., Franti, T., Drijber, R. A., & Garcia, J. P. (2007). One-time tillage of no-till systems: Soil physical properties, phosphorus runoff, and crop yield. *Agronomy Journal*, *99*(4), 1104-1110. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0321>
- Ranaivoson, A. Z. H., Moncrief, J. F., Hansen, N. C., & Gupta, S. C. (2005). Effect of fall tillage following soybeans on organic matter losses in snowmelt. *Soil and Tillage Research*, *81*(2), 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.09.008>
- Ridsdill-Smith, T. J., & Edwards, P. B. (2011). Biological control: ecosystem functions provided by dung beetles. *Ecology and evolution of dung beetles*, 245-266. <https://doi.org/10.1002/9781444342000.ch12>
- Rodrigues, O. L. (2015). *Pastagens Semeadas Biodiversas Um serviço ambiental, Espaços Verdes Urbanos*. Desafios em Tempos de Exigência, maio 2015, CML, Lisboa, Dia Internacional da Biodiversidade. https://lisboaenova.org/images/stories/Conferencias/2015/SeminarioMaio/Apresentacoes/Oriana_Rodrigues_Apresentacao.pdf
- Roggero, P. P., Bagella, S., & Farina, R. (2002). Un archivio dati di Indici specifici per la valutazione integrata del valore pastorale. *Rivista di Agronomia*, *36*(2), 149-156. <https://core.ac.uk/download/pdf/11690226.pdf>
- Römbke, J., Coors, A., Fernández, Á. A., Förster, B., Fernández, C., Jensen, J., ... & Liebig, M. (2010). Effects of the parasiticide ivermectin on the structure and

- function of dung and soil invertebrate communities in the field (Madrid, Spain). *Applied Soil Ecology*, 45(3), 284-292.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.05.004>
- Rossetti, I., Bagella, S., Cappai, C., Caria, M. C., Lai, R., Roggero, P. P., ... & Seddaiu, G. (2015). Isolated cork oak trees affect soil properties and biodiversity in a Mediterranean wooded grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 202, 203-216. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.01.008>
- Rural Development Programme (NIRDP) (2016). *Ex-post Evaluation of the 2007-2013 Northern Ireland*. Northern Ireland Statistics and Research Agency.
<https://niopa.qub.ac.uk/bitstream/NIOPA/9072/1/17.18.192%20Ex%20Post%20Evaluation%20of%202007-13%20RDP%20Programme%20Final.pdf>
- Russel, E. U. (1973). *Soil conditions and plant growth* Ed.10. Longmans. London. 849 p.
- Saha, S., Biswas, A., Ghosh, A., & Raychaudhuri, D. (2021). Dung beetles: key to healthy pasture? An overview. *World Scientific News*, 153(2), 93-123.
<https://worldscientificnews.com/dung-beetles-key-to-healthy-pasture-an-overview/>
- Sakadevan, K., & Nguyen, M. L. (2017). Livestock production and its impact on nutrient pollution and greenhouse gas emissions. *Advances in Agronomy*, 141, 147-184.
<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2016.10.002>
- Sanders, D. P., & Dobson, R. C. (1966). The insect complex associated with bovine manure in Indiana. *Annals of the Entomological Society of America*, 59(5), 955-959. <https://doi.org/10.1093/aesa/59.5.955>
- Sands, B., & Wall, R. (2017). Dung beetles reduce livestock gastrointestinal parasite availability on pasture. *Journal of Applied Ecology*, 54(4), 1180-1189.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12821>
- Sands, B., & Wall, R. (2018). Sustained parasiticide use in cattle farming affects dung beetle functional assemblages. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 265, 226-235. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.012>
- Seddaiu, G., Bagella, S., Pulina, A., Cappai, C., Salis, L., Rossetti, I., ... & Roggero, P. P. (2018). Mediterranean cork oak wooded grasslands: synergies and trade-offs between plant diversity, pasture production and soil carbon. *Agroforestry Systems*, 92, 893-908. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0225-7>
- Serrano, J., Carreira, E., Shahidian, S., de Carvalho, M., Marques da Silva, J., Paniagua, L. L., ... & Pereira, A. (2023). Impact of deferred versus continuous sheep grazing on

- soil compaction in the Mediterranean Montado ecosystem. *AgriEngineering*, 5(2), 761-776. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5020047>
- Serrano, J., Shahidian, S., Marques da Silva, J., Paixão, L., Carreira, E., Pereira, A., & Carvalho, M. (2020). Climate changes challenges to the management of Mediterranean Montado ecosystem: Perspectives for use of precision agriculture technologies. *Agronomy*, 10(2), 218. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020218>
- Simmons, L. W., & Ridsdill-Smith, T. J. (Eds.). (2011). *Ecology and evolution of dung beetles*. John Wiley & Sons.
- Skidmore, P. (1991). *Insects of the British cow-dung community*. Field Studies Council. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19910506282>
- Smart, A. (2010). *Harvest & Efficiencies of Livestock Grazing*. Forage Focus - BEEF - August 2010. <https://www.midwestforage.org/pdf/467.pdf.pdf>
- Smetana, S., Palanisamy, M., Mathys, A., & Heinz, V. (2016). Sustainability of insect use for feed and food: Life Cycle Assessment perspective. *Journal of Cleaner Production*, 137, 741-751. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>
- Sommer, C., Steffansen, B., Nielsen, B. O., Grønvold, J., Jensen, K. M. V., Jespersen, J. B., ... & Nansen, P. (1992). Ivermectin excreted in cattle dung after subcutaneous injection or pour-on treatment: concentrations and impact on dung fauna. *Bulletin of Entomological Research*, 82(2), 257-264. <https://doi.org/10.1017/S0007485300051804>
- Souza, A. C. (2016). *Parasiticidas sintético e natural em bovinos: escarabeíneos como indicadores de impactos ambientais sobre pastagens do Cerrado* [Dissertação de mestrado, UFLA] http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11016/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Parasiticidas%20sint%C3%A9tico%20e%20natural%20em%20bovinos%20escarabe%C3%ADneos%20como%20indicadores%20de%20impactos%20ambientais%20sobre%20pastagens%20do%20Cerrado.pdf
- Strong, L. (1992). Avermectins: a review of their impact on insects of cattle dung. *Bulletin of Entomological Research*, 82(2), 265-274. <https://doi.org/10.1017/S0007485300051816>
- Tixier, T., Bloor, J. M., & Lumaret, J. P. (2015). Species-specific effects of dung beetle abundance on dung removal and leaf litter decomposition. *Acta Oecologica*, 69, 31-34. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2015.08.003>

- Treviño, J., Caballero, R., & Gil, J. (1979). Estudio comparado de la composición química, digestibilidad y valor energético de diferentes cultivares y poblaciones de veza. *Pastos*, 9(2), 140-149.
- United Nations Environment Programme (2023). *Frontiers 2023. What's Cooking? An assessment of the potential impacts of selected novel alternatives to conventional animal products*. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44236>
- Vale, G. A., Grant, I. F., Dewhurst, C. F., & Aigreau, D. (2004). Biological and chemical assays of pyrethroids in cattle dung. *Bulletin of Entomological Research*, 94(3), 273-282. <https://doi.org/10.1079/BER2004300>
- Valiela, I. (1969). The arthropod fauna of bovine dung in central New York and sources on its natural history. *Journal of the New York Entomological Society*, 77(4), 199–225. <https://www.jstor.org/stable/25006179>
- Verdú, J. R., Cortez, V., Ortiz, A. J., González-Rodríguez, E., Martínez-Pinna, J., Lumaret, J. P., ... & Sánchez-Piñero, F. (2015). Low doses of ivermectin cause sensory and locomotor disorders in dung beetles. *Scientific Reports*, 5(1), 13912. <https://doi.org/10.1038/srep13912>
- Wall, R., & Strong, L. (1987). Environmental consequences of treating cattle with the antiparasitic drug ivermectin. *Nature*, 327(6121), 418-421. <https://doi.org/10.1038/327418a0>
- Wardhaugh, K. G., Longstaff, B. C., & Lacey, M. J. (1998). Effects of residues of deltamethrin in cattle faeces on the development and survival of three species of dungbreeding insect. *Australian Veterinary Journal*, 76(4), 273-280. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.1998.tb10159.x>
- Wardhaugh, K. G., Longstaff, B. C., & Morton, R. (2001). A comparison of the development and survival of the dung beetle, *Onthophagus taurus* (Schreb.) when fed on the faeces of cattle treated with pour-on formulations of eprinomectin or moxidectin. *Veterinary Parasitology*, 99(2), 155-168. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00451-4](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00451-4)
- Webb, L., Beaumont, D. J., Nager, R. G., & McCracken, D. I. (2010). Field-scale dispersal of *Aphodius* dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in response to avermectin treatments on pastured cattle. *Bulletin of Entomological Research*, 100(2), 175-183. <https://doi.org/10.1017/S0007485309006981>
- Yoshitake, S., Soutome, H., & Koizumi, H. (2014). Deposition and decomposition of cattle

dung and its impact on soil properties and plant growth in a cool-temperate pasture. *Ecological Research*, 29, 673-684. <https://doi.org/10.1007/s11284-014-1153-2>

Zanine, A. M., Santos, E. M., & Ferreira, D. J. (2006). Principais terminologias utilizadas em forragicultura e pastagem. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(3), 1-7. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612698008.pdf>

5. Webgrafia

- Abreu, M. (2019). *Carne de vaca. E porque não?* <https://www.agroportal.pt/carne-de-vaca-e-porque-nao-manuel-cancela-dabreu/>
- Armstrong, J., & Heins, B. (2023). *Grazing and pasture management for cattle.* <https://extension.umn.edu/pasture-based-dairy/grazing-and-pasture-management-cattle>.
- Australian Wool Innovation and Meat & Livestock Australia (2024). *Making More from Sheep. Module 10: Wean More Lambs. Procedure 10.3, Keep maximum number of lambs alive to weaning.* https://www.makingmorefromsheep.com.au/wean-more-lambs/procedure_10.3.html
- Carvalho, M. (2011). *Corre Portugal o risco de Desertificação?* [Corre Portugal o risco de Desertificação? - Mário Carvalho - Agroportal](https://www.agroportal.pt/Corre-Portugal-o-risco-de-Desertificacao-Mario-Carvalho)
- CBPA (2018), *Glossário nreap termos de a-z,* <https://www.dgadr.gov.pt/reap/glossario-nreap-faq>
- Climate-data (2024), *Clima Portugal.* <https://pt.climate-data.org/europa/portugal-250/>
- Crespo, D. G. (2015). *Portugal, um país de solos diversos mas pobres. O Papel das Pastagens Bio diversas nas sua Recuperação e uso Sustentável.* Colóquio Biodiversidade dos solos. Oeiras. <https://docplayer.com.br/12264210-David-g-crespo-fertiprado-lda-vaiamonte-portugal.html>
- DGAV (2023). *Novos alimentos.* <https://www.dgav.pt/alimentos/conteudo/generos-alimenticios/garantir-a-seguranca-dos-alimentos/novos-alimentos-2/>
- Diário da República (2005). “Decreto-Lei n.º 58/2005”. Diário da República, 1.ª série, 249, (dezembro) 2005. <https://dre.pt/web/guest/pesquisa/-/search/469068/details/normal?l=1>
- Diário da República (2016). “Decreto-Lei n.º 76/2016”. Diário da República 1.ª série, 215, (novembro) 2016. <https://dre.pt/application/conteudo/75701996>
- Diário da República (2017). “Decreto-Lei n.º 46/2017”. Diário da República, 1.ª série, 85, (maio) 2017. <https://dre.pt/application/file/a/106960830>
- European Food Information Council (EUFIC) (2023). *5 trending alternative protein sources to meat in Europe.* <https://www.eufic.org/en/food-production/article/5-trending-alternative-protein-sources-to-meat-in-europe>
- Freitas, M. (2018) EntoValor - Insetos como uma oportunidade na valorização de resíduos, Compete 2020.

- https://www.compete2020.gov.pt/noticias/detalhe/Proj17675_EntoValor
- INE (2024). *Conceitos*. <https://smi.ine.pt/Conceito>
- International Platform of Insects for Food and Feed (IPIFF). (2024). *Insect producers must conform with the same general rules that apply to operators in other sectors*.
<https://ipiff.org/insects-eu-legislation-general/>
- Leach, R. (2020). *Grazing management systems*.
<https://www.lls.nsw.gov.au/regions/central-west/articles-and-publications/crop-production/grazing-management-systems>
- Real, J. (2006). *Clima / Alentejo: Cenários para 100 anos prevêem mais calor e menos chuva*. Agroportal. <https://www.agroportal.pt/clima-alentejo-cen%C3%A1rios-para-100-anos-prev%C3%ADem-mais-calor-e-menos-chuva/>