



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

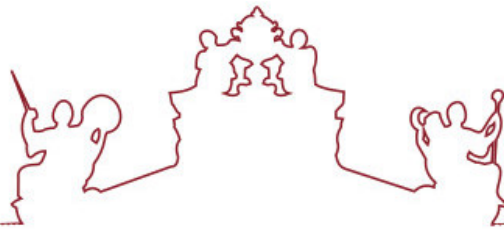
Dissertação

O pastoreio Adaptativo-Multi-Paddock como ferramenta para o melhoramento da eficiência de utilização da grama

Maria Rosaria Carboni

Orientador(es) | Giovanna Seddaiu

Évora 2021



Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia

Mestrado em Engenharia Zootécnica

Dissertação

O pastoreio Adaptativo-Multi-Paddock como ferramenta para o melhoramento da eficiência de utilização da grama

Maria Rosaria Carboni

Orientador(es) | Giovanna Seddaiu

Évora 2021



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

Presidente |

Vogais | Anna Nudda (Università degli Studi di Sassari)
Giovanna Seddaiu (Università degli Studi di Sassari)
Nicolò Pietro Paolo Macciotta (Università degli Studi di Sassari)
Pietro Pulina (Università degli Studi di Sassari)
Salvatore Pier Giacomo Rassu (Università degli Studi di Sassari)

INDICE

RESUMO	3
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	5
1.1 As pastagens no mundo	5
1.1.1 Classificação das pastagens	7
1.1.2 Pastagens Mediterrânea	9
1.1.3 Importancia e ameaças das pastagens Mediterraneas	11
1.2 Os sistemas silvopastorais	13
1.3 Os sistemas pastoris na Sardenha	16
1.4 Métodos de pastoreio e utilização eficiente dos recursos pastoris	18
1.5 O pastoreio Adaptativo Multi-Paddock:o projecto Life-Regenerate	20
2 OBJECTIVO DA TESE	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Área de estudo	25
3.2 Delineamento experimental	27
3.3 Recolha das amostragens	28
4 RESULTADOS	30
4.1 Relação entre a altura da planta e a biomassa produzida	30
4.2 Produção de biomassa e eficiência na utilização de pastagens	32
5 CONCLUSÕES	35
6 REFERENCIAS	36
7 SITOGRAFIA	39

Agradecimentos

Desejo agradecer a minha orientadora, a Professora Giovanna Seddaiu por me permitir de participar a esta prova experimental e ter me ajudado na redação da tese.

Agradeço o grupo de pesquisa do Departamento de culturas herbáceas e agronomia por ter me acompanhado durante as amostragens.

Agradeço a Universidade dos estudos de Sassari e a Universidade de Évora por terem dado a possibilidade de participar ao programa de dupla titulação enriquecendo a minha bagagem cultural e profissional.

Agradeço a minha família, os meus amigos e os meus colegas da universidade por ter me apoiado, suportado e acompanhado neste meu percurso universitário.

RESUMO

Nesta tese de mestrado foi analisado o efeito de dois modalidades de pastoreio, o pastoreio contínuo e o sistema adaptativo multi-paddock sobre a produção de biomassa herbácea e sobre a eficiência da utilização do recurso pastoral pelos animais num sistema silvo pastoril na Sardenha centro-oeste. Foram identificadas duas áreas: Elighes Uttiosos, localizada numa zona montanhosa onde se efetua o pastoreio de verão-outono e Sas Bogadas, localizada numa zona de vale onde se efetua o pastoreio de inverno-primavera, dentro da qual foram identificados dois tipos de utilização do solo: Pastagem Arborizada (PA) e Pastagem Permanente (PP). Em ambas as áreas, na zona de montanha e na zona de vale, foram identificados 8 piquetes (4PA e 4 PP) para a pastagem AMP e uma área de controlo para a pastagem contínua. A produção de biomassa de pastagem foi avaliada pelo método da gaiola de exclusão móvel em áreas onde se faz o pastoreio contínuo, e pela medição da altura da erva utilizando o sward stick HFRO tanto nas áreas de controlo como nas áreas de pastagem AMP. Foi também registada a família de cada espécie tocada pelo sward stick, distinguindo gramíneas, leguminosas, outras espécies pabulares e espécies não pabulares ou infestantes em geral. O estudo mostrou que a pastagem AMP resultou num impacto positivo geral na produção total e em todos os grupos funcionais apenas na zona de montanha de pastagens permanentes, devido às taxas de utilização mais elevadas, enquanto não foi observado qualquer efeito claro nas outras zonas. Para a área de vale, foram encontradas taxas de utilização mais elevadas para todos os grupos funcionais e para a biomassa total, embora não tenham sido encontrados benefícios significativos do ponto de vista da produção. Os resultados obtidos mostraram uma forte variabilidade interanual e, portanto, será necessário analisar os resultados futuros para confirmar ou não os resultados obtidos nestes dois primeiros anos de experimentação.

Palavras-chaves: Pastoreio adaptativo multi-paddock. AMP, Melhoramento do pasto.

ABSTRACT

The Adaptive Multi-Paddock system as a mean to improve the efficiency of grass use

In this thesis was analyzed the effect of two grazing modes, continuous grazing and the Adaptive Multi-Paddock system (AMP) on the production of herbaceous biomass and efficiency of use of the pastoral resource by the animals in a silvopastoral system of central-western Sardinia. Two areas have been identified: Elighes Uttiosos, located in a mountain area where summer-autumn grazing is carried out and Sas Bogadas, located in a valley area where winter-spring grazing is carried out, within which were identified two types of land use: Wooded Grassland (WG) and Permanent Grassland (PG). Both areas, in the mountain area and in the valley area, 8 paddocks (4PA and 4 PP) have been identified for AMP grazing and a control area for continuous grazing. The study showed that AMP grazing had a positive impact on total production and on all the functional groups only in the mountain area of permanent grazing and it is due to higher utilization rates, while no clear effect was observed in the other areas. As regards the downstream area, higher utilization rates were found for all functional groups and for the overall biomass, although no significant benefits were found in total production. The results obtained showed a strong interannual variability and it will be necessary to analyze future results to confirm or not the results obtained in these first two years of studies.

Key- Words: Adaptive multi-paddock system, AMP, Pasture improvement

1 INTRODUÇÃO

1.1 As pastagens no mundo

No mundo, a maior produção de forragem é fornecida pelas formações vegetais herbáceas naturais que compõem os vários tipos de pradarias cuja erva é consumida por herbívoros selvagens ou domésticos nas pastagens. A pradaria é genericamente definida como o conjunto de formações vegetais formadas principalmente por espécies herbáceas que estão disseminadas nas zonas temperadas de latitudes médias (Bonciarelli e Bonciarelli, 2001). Com base no tipo de gestão e nos métodos de utilização, fazemos a distinção entre prados e pastagens. As pastagens são definidas como uma cobertura vegetal natural e/ou espontânea composta principalmente por espécies herbáceas acompanhadas pela presença ou ausência de árvores e/ou arbustos, cuja produção é consumida no local por animais. Encontram-se geralmente em zonas que não têm um clima favorável ao cultivo ou em zonas marginais onde as características edáficas e climáticas do terreno, tais como inclinação excessiva, afloramentos de rochas e pedras e a superficialidade do lençol de água, impedem outras formas de utilização.

O termo prado refere-se a todas as culturas herbáceas cuja produção é removida e utilizada por animais num local diferente do local de colheita. Estas duas formações ocupam um papel preponderante no planeta; basta pensar que de acordo com um inquérito FAOSTAT, a superfície agrícola mundial é de cerca de 5 mil milhões de hectares, cerca de 38% de toda a superfície terrestre, dois terços dos quais são constituídos por prados e pastagens. De acordo com um estudo realizado por Pardini (2005) (Fig.1), as áreas de pastagem, da superfície agrícola total, atingem cerca de 90% na Austrália, 85% na América Latina, 84% em África, 79% na Ásia, 69% na América do Norte e 35% na Europa. Na Europa, os prados e as pastagens cobrem uma área de 56 milhões de ha, com uma maior concentração em Espanha (11 milhões de ha) e França (10 milhões de ha) (Fig.2). Enquanto em Itália existem cerca de 4,44 milhões de ha, 24% dos quais concentrados na região da Sardenha (Tab.1) (Cavallero et al. 2002).

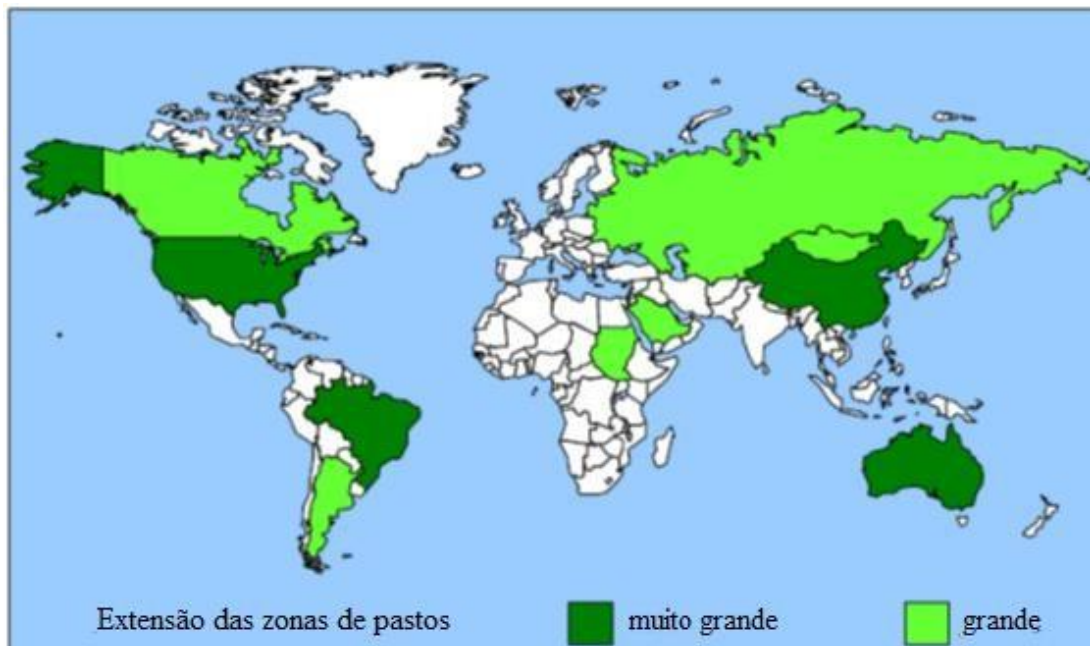


Figura 1. Áreas do mundo com a maior extensão de terras ocupadas com pastagens (Pardini 2005).

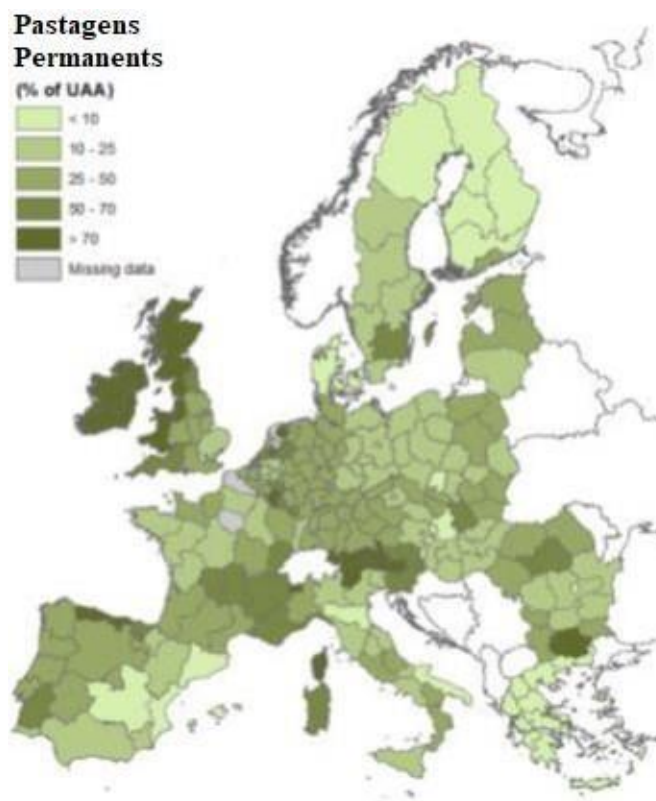


Figura 2. Distribuição das pradarias na Europa (Lesschen et al., 2014).

Região	Há	Região	ha
Sardegna	693 638	Campania	120 394.12
Piemonte	367 290.77	Emilia-Romagna	103 992.15
Trentino-Alto Adige	326 264.63	Puglia	102 688.96
Lombardia	231 907.54	Toscana	95 580.28
Sicilia	320 369.76	Umbria	67 637.96
Lazio	192 920.39	Marche	57 458.83
Abruzzo	190 497.96	Valle d'Aosta	57 074.41
Basilicata	154 109.08	Molise	31 317.96
Calabria	140 357.21	Friuli-Venezia Giulia	30 515.58
Veneto	126 962.42	Liguria	23 095.12

Tabela 1. Distribuição de prados e pastagens na Itália

1.1.1 Classificação das pastagens

As pastagens podem ser classificadas de acordo com vários critérios. Se considerarmos a origem, são divididos em naturais, espontâneos e artificiais. As pastagens naturais ou primárias estão presentes em altitudes mais elevadas do que a linha de árvores. A vegetação pabular presente neles, ou seja, a vegetação palatável pelos animais de interesse zootécnico, é constituída principalmente por espécies herbáceas misturadas com sufruticas e arbustos. À medida que a altitude aumenta, há uma clara prevalência de espécies herbáceas em detrimento das espécies lenhosas, até chegar aos chamados prados de alta altitude onde as espécies herbáceas são predominantes. A peculiaridade destas pastagens é que, apesar das modalidades de gestão e utilização influenciarem as características quantitativas e qualitativas da biomassa produzida, estas não modificam a fitocenoses original (Zilioto et al. 2004). Os pastos espontâneos ou secundários são considerados aqueles presentes abaixo da linha da árvore. Estas são de origem mais ou menos recente, formadas na sequência de ações antrópicas como a desflorestação, sementeira, pastoreio, fogo, etc. Estas pastagens podem apresentar características diferentes, dependendo do tipo de vegetação. Estas pastagens podem ter uma composição diferente devido a diferentes altitudes e métodos de gestão e utilização da relva, mas

acima de tudo como resultado do subpastoreio e abandono. Em ambos os casos, são estabelecidos processos ecológicos de recolonização por espécies arbóreas, que ocorrem mais ou menos rapidamente no caso de abandono e mais lentamente no caso de subpastoreio (Zilioto et al.,2004). As pastagens artificiais são o resultado de um cuidadoso planejamento pelo homem, que escolhe as espécies mais adequadas em relação às características pedo climáticas do local. Normalmente este tipo de pasto é plantado em áreas muito férteis e produtivas, que são capazes de amortizar os enormes investimentos iniciais. De acordo com o número de espécies presentes, podemos ter um pasto monófito se houver apenas uma espécie, oligófitos se houver 2-3 espécies, ou polífitos quando houver mais de 3 espécies. A semente utilizada para este fim pode provir de espécies presentes na flora autóctone, mas também de espécies alóctones (Zilioto et al., 2004). Contudo, a composição florística destas pastagens raramente corresponde ao que foi semeado, uma vez que é muito provável que, ao mesmo tempo que a germinação das sementes distribuídas artificialmente, germinem também sementes de espécies espontâneas até agora adormecidas.

Outro tipo de classificação pode ser feito com base na duração das culturas que caracterizam a pastagem. Neste caso, reconhecemos pastagens permanentes, pastagens rotativas e culturas forrageiras. As pastagens permanentes incluem áreas de pastagem que estão continuamente presentes há várias décadas em áreas que não teriam qualquer destino de cultivo alternativo, se não a plantação de espécies arbóreas para florestação artificial ou natural (Cavallero et al., 2002). Geralmente, a duração destas pastagens condiciona a formação de vegetação espontânea sobre elas. Enquanto as pastagens localizadas acima do limite da vegetação arbórea devem ser consideradas permanentes desde sempre, as localizadas abaixo do limite da vegetação arbórea podem ser consideradas permanentes a partir da fase em que a floresta foi eliminada para dar lugar as pastagens. Além disso, há 40-50 anos atrás, esta categoria incluía quase exclusivamente áreas de pastagem com limitações ambientais importantes, tais como clima difícil, declive elevado, solo superficial, afloramentos rochosos; atualmente, no entanto, esta categoria inclui também fitocenoses de pastagens formadas noutras áreas. As pastagens alternadas dizem respeito às formações vegetais que são formadas para desempenhar a sua função durante alguns anos, muitas vezes são parcelas de terra nas quais se assume que o cultivo anterior ou futuro é diferente do pastoreio. São geralmente constituídos por algumas espécies (pasto oligófito) ou apenas uma (pasto monófito). As

culturas forrageiras fornecem produção durante uma única estação de cultivo e devem garantir uma produtividade tão elevada que justifique a lavoura necessária (Zilioto et al., 2004).

1.1.2 Pastagens Mediterrânea

O clima mediterrânico representa uma zona de transição entre clima tropical e temperado e estende-se no hemisfério boreal de cerca de 30° a 44° de latitude norte, enquanto no hemisfério sul de cerca de 28° a 38° de latitude sul incluindo, para além das regiões viradas para a bacia mediterrânica, quatro outras regiões do mundo como o Chile central, o sudeste de África, a costa leste da América do norte e o sudeste da Austrália. Estas cinco regiões ocupam menos de 5% da superfície terrestre, mas, apesar da sua pequena dimensão, apresentam uma elevada variabilidade florística, albergando cerca de 48250 espécies de plantas vasculares, ou 20% do total mundial (Cowling et al., 1996). Caracteriza-se por invernos amenos e chuvosos e verões secos associados a uma grande variabilidade intra e inter-anual. Segundo Rivoira (1976), uma área é caracterizada por este clima quando a permanência da temperatura abaixo de 0°C, expressa em horas, não excede 3% do total anual, ou seja, o total de horas em que a temperatura cai abaixo de 0°C não excede 262 horas por ano. Além disso, tem um índice pluviométrico anual de cerca de 250-900 mm, onde 65% dos eventos pluviométricos ocorrem nos meses desde novembro até abril no hemisfério norte, desde maio até outubro no hemisfério sul. Os restantes 35% da precipitação, no hemisfério boreal, concentram-se no mês de maio e mais consistentemente no mês de outubro. A tendência climática e em particular o regime pluviométrico da área têm uma influência marcada na produtividade e na composição florística das pastagens. A produção de biomassa (Fig.3), apresenta um pico produtivo na primavera, em correspondência com a maior precipitação, onde mais de 100 kg ha⁻¹ d⁻¹ de matéria seca pode ser produzida, e a partir de um pico secundário no Outono com produções inferiores a 40 kg ha⁻¹ d⁻¹, que pode chegar a zero em caso de baixa precipitação nos primeiros meses de outono (Roggero et al., 2015). O segundo pico deve-se, para além da ocorrência de eventos de chuva, à adaptabilidade das espécies que escapam às secas do final da primavera e do verão através da produção de sementes adormecidas capazes de germinar apenas depois as chuvas que ocorrem em períodos concomitantes com a queda da temperatura no outono-inverno. As pastagens mediterrânicas são na sua maioria de origem secundária, formadas após a substituição das florestas por desflorestação,

incêndio ou cultivo (Bonciarelli et al., 2001). A bacia mediterrânica é constituída por cerca de 25000 espécies, 50% das quais são endémicas. A diversidade florística que as caracteriza é elevada embora apresente uma marcada variabilidade interanual devido principalmente à alternância cíclica das condições de humidade e secura do solo após a precipitação irregular e descontínua (Rivoira, 1976). As espécies mais representadas pertencem aos géneros *Trifolium*, *Medicago*, *Vicia*, *Astragalus*, *Lathyrus*, *Ononis*, *Avena*, *Eragrostis*, *Hordeum*, *Dactylis*, *Phalaris*, *Lolium*, *Bromus* *Hippocrepis*, *Stipa* e *Anthyllis*. Algumas destas espécies estão mais concentradas numa sub-região do que noutra, enquanto outras se encontram uniformemente em toda a bacia mediterrânica, tais como os géneros *Avena*, *Trifolium*, *Vicia*, *Medicago* e *Lolium* (Abdelguerfi et al., 2004). Há uma clara prevalência de espécies anuais e auto-semeadoras sobre as polianuais, uma vez que estas últimas têm um sistema radicular mais profundo que prolonga a sua estase vegetativa até ao final da primavera e início do verão, tornando-as mais apetitosas para os animais e, portanto, mais difíceis de reproduzir (Rivoira 1976). Muitas das espécies presentes adaptaram-se às condições climáticas mediterrânicas e ao impacto antrópico, desenvolvendo uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas, tais como a dormência das sementes, a presença de órgãos reprodutores que favorecem a sua dispersão pelo pastoreio dos animais e o seu subsequente enterramento, assegurando a sua sobrevivência (Roggero et al., 2015). Todas estas características tornam as pastagens mediterrânicas particularmente resistentes ao pastoreio contínuo ou sazonal e à variabilidade do regime pluviométrico interanual. Esta capacidade de resiliência pode ser considerada uma força dos sistemas pastoris mediterrânicos semiáridos tendo em conta as alterações climáticas que afetarão estas áreas.

De facto, os modelos de previsão climática prevêem uma diminuição e um deslocamento da estação chuvosa de 10% no período de Inverno e de 20% no período de verão, acompanhada de um aumento das temperaturas de inverno de 1-2°C até aos picos de 5°C no caso de temperaturas máximas anuais em algumas áreas.

Isto leva a um atraso das chuvas de outono das quais depende o início da estação de crescimento das pastagens e a uma antecipação da estação seca na primavera que criará muitas dificuldades na produção de reservas de forragens para o ano seguinte. O clima mais quente e seco afetará também as emissões de CO₂, de facto, a partir de estudos realizados em sistemas pastoris extensivos no sul de Portugal, tem sido salientado que estes sistemas representam um reservatório de carbono em anos de chuva, enquanto são uma fonte de emissões durante anos com baixa pluviosidade (Roggero et al., 2015).

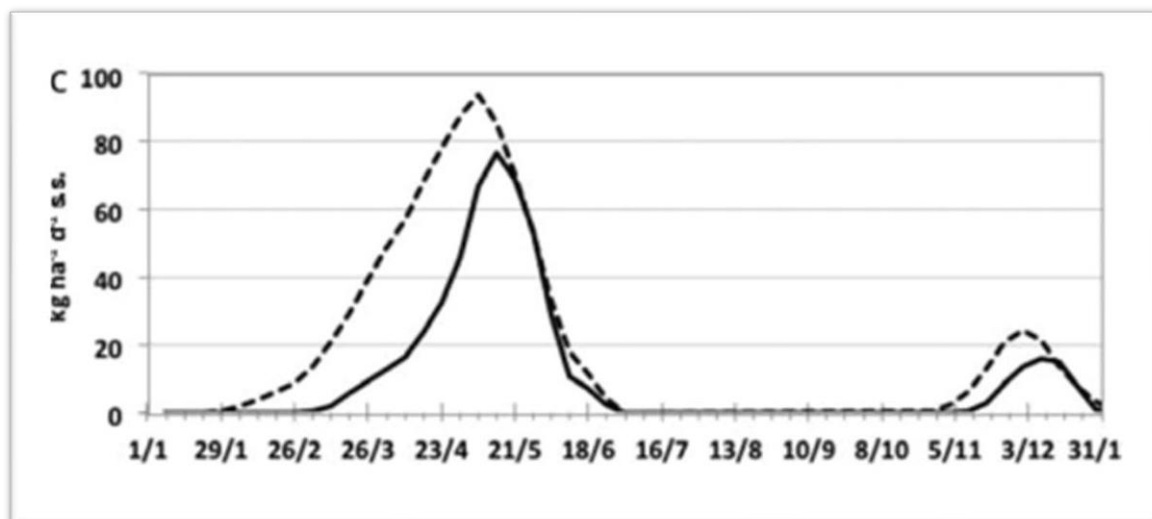


Figura 3. Curva de crescimento de um pasto mediterrânico (Roggero et al.,2015)

Linhas completas: controlo não fertilizado; tracejado: N e P não limitantes

1.1.3 Importância e ameaças das pastagens Mediterrâneas

A pradaria mediterrânica tem um interesse que vai muito para além do rendimento produzido pelas explorações agro-pecuárias. Representa um habitat de grande importância do ponto de vista botânico, faunístico, cultural, paisagístico e de proteção ambiental, desempenhando um papel tanto mais significativo quanto mais frágil e marginal é a área de interesse. No que diz respeito à proteção ambiental, as pastagens mediterrânicas desempenham um papel preventivo no combate aos incêndios. Algumas zonas da Europa estão a sofrer fenómenos de abandono que favorecem um desenvolvimento descontrolado das formações arbustivas, aumentando assim os riscos de incêndio. As pastagens atuam como barreiras contra a propagação de incêndios, uma vez que medeiam entre florestas e vegetação arbustiva como o maquis, limitando assim os danos às populações vegetais e animais (Bugalho et al., 2008). Protegem a biodiversidade porque são o habitat de numerosas espécies animais e vegetais raras e ameaçadas de extinção, cuja sobrevivência está ligada à continuação e valorização de atividades tradicionais, tais como o pastoreio ou a agricultura não intensiva. Na Península Ibérica, as pradarias, especialmente as incluídas nos agro-ecossistemas *dehesa* e *montado*, constituem um habitat importante para várias espécies de aves ameaçadas de extinção, como o Sisão (*Tetrax tetrax*), aves de rapina como o Peneireiro-das-torres (*Falco*

naumannii), o Abetarda comum (*Otis tarda*), aves de rapina como a Calhandra real (*Melanocorypha calandra*), felinos como o Lince ibérico (*Lynx pardinus*) e coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) (Bugalho et al. , 2008).). A preservação do ambiente e da biodiversidade é uma prerrogativa da UE que a protege através do programa Natura 2000 com a criação de Sítios de Importância Comunitária (SIC) e Zonas de Protecção Especial (ZPE) destinados a proteger os habitats naturais, incluindo a flora e fauna em risco de extinção. Embora, com a programação da PAC 2014-2020 (agora alargada até 2023), os estados-membros associam o pagamento de base ao respeito de certas práticas definidas como virtuosas, obrigando os agricultores a reservar o 5% das terras aráveis à protecção de pastagens permanentes e áreas de interesse ecológico (AAE), tais como terras em pousio, terraços, margens dos campos, sebes, árvores e faixas-tampão (www.cesarweb.com).

Combatem também a erosão do solo, que constitui um problema particular na região mediterrânica devido à sua recente orogenia caracterizada por montanhas, colinas e planaltos com declives moderados e solos rochosos pouco profundos. Estes solos são mais vulneráveis, especialmente quando a vegetação é escassa ou ausente e o solo é exposto ao calor abrasador do verão e às intensas chuvas do inverno (Zalidis et al. 2002). Foi demonstrado que a cobertura vegetal desempenha um papel fundamental na conservação do solo, de facto quando esta é superior a 60%, mesmo que na presença de chuvas fortes $<40 \text{ mm h}^{-1}$, se verificarem perdas $<0,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto perdas mais elevadas se encontram com 20% de cobertura e com precipitação moderada (Porqueddu et al., 2016). As pastagens são também importantes no que diz respeito ao ciclo do carbono, uma vez que armazenam cerca de 10-30% do carbono orgânico total armazenado nos solos do mundo, permitindo mitigar os efeitos das alterações climáticas através da redução da concentração de CO_2 na atmosfera. Em relação às pastagens mediterrânicas, embora não haja muitos estudos sobre isto, verificou-se que em pastagens semeadas com azevém italiano e intercaladas com trevo subterrâneo, a matéria orgânica do solo aumentou de 1,58% para 1,66%, o que corresponde a cerca de $2,6 \text{ t ano}^{-1}$ de CO_2 armazenado, enquanto as parcelas cultivadas com trigo duro registaram uma perda (Porqueddu et al. 2016). Esta diferença no CO_2 armazenado deve-se principalmente à diferente gestão do solo, de facto práticas invasivas como, por exemplo, a aração quebra os agregados acelerando a decomposição do carbono orgânico presente no solo. Além disso, as pastagens contribuem para a conservação do valor da paisagem, preservando o amplo mosaico que caracteriza a zona mediterrânica. Isto deve-se principalmente à

intervenção de animais domésticos, que através do pastoreio, limpam a terra do restolho, preservando-a do risco de incêndio e poupando os territórios mais marginais do abandono e reflorestação. Apesar da grande importância dos sistemas extensivos, são ameaçados pelo abandono das zonas rurais e pela falta de mudança geracional. Desde a segunda metade do século XX, mudanças socioeconómicas como a modernização e intensificação da agricultura e o progresso da industrialização levaram ao despovoamento das zonas rurais em favor das zonas urbanas. Na União Europeia, as pastagens permanentes diminuíram do 17% ou seja 9,61 milhões de hectares entre o 1971 e o 2001 (Bugalho et al., 2008 da AEA 2005). Este abandono deve-se também à conversão de terras de pastagem para outros usos primários, como, por exemplo, a silvicultura encorajada pelos subsídios da Política Agrícola Comum. O abandono das zonas rurais é ainda um problema actual, em grande parte devido à falta de sucessão geracional. A sucessão na agricultura familiar está intimamente ligada à presença de crianças na família e, em segundo lugar, à vontade das crianças de tomar conta da quinta. A situação é agravada se considerarmos o declínio demográfico crescente que afecta a Europa e o envelhecimento da população agrícola em que a idade média dos agricultores situa-se entre 48-58 anos (Bernués et al., 2011). Além disso, as difíceis e duras condições de trabalho que afectam as pecuárias tradicionais desencorajam os jovens agricultores, levando-os a seguir caminhos alternativos e contribuindo assim para o abandono das zonas rurais.

1.2 Os sistemas silvo pastorais

Os sistemas silvo-pastoris são uma das mais antigas práticas de gestão das terras, que combinam cobertura arbórea aberta com pastagens e arbustos sob a copa das árvores, utilizados para pastoreio de diferentes tipos de animais de interesse zootécnico (Rois-Diaz et al., 2006). O componente arbóreo oferece um valor acrescentado ao sistema, bem como integra o rendimento das zonas rurais graças à produção não só de madeira, mas também de outros produtos como bagas, mel, plantas medicinais, trufas, cogumelos e cortiça. Geralmente, no ambiente mediterrânico, o componente arbóreo é constituído por espécies como *Quercus suber L.*, *Quercus ilex L.* e *Quercus pubescens Wild* com uma densidade muito variável entre 10-150 árvores/ha. Este tipo de sistemas, estão mais difundidos na península ibérica, onde a *dehesa* em Espanha e o *montado* em Portugal, ocupam cerca de 2,3 e 0,7 milhões de ha respectivamente (Fig 4) (Moreno & Càceres,

2016). Contudo, estão também presentes noutras zonas do Mediterrâneo, incluindo a Sardenha, onde existem cerca de 113.000 ha, com maior concentração nas províncias de Nuoro, Sassari e Gallura (Fig.5) (Rossetti et al., 2015). De um ponto de vista da quantidade e da qualidade, a produção de pastagens arborizadas, presentes nestes sistemas, varia em relação à evolução pluviométrica com uma produção geralmente inferior do que uma pastagem sem árvores devido ao sombreamento, o que, se por um lado prolonga a disponibilidade de biomassa, por outro lado mina a quantidade produzida. Numa pastagem arbórizadas mediterrânica caracterizada por carvalhos, a produção de biomassa é baixa mesmo em pastagens com baixa densidade de árvores e varia entre 1 e 2 t ss ha⁻¹, apesar da presença de muitas espécies de boas pastagens como *Medicago Polymorpha* trevos como *Trifolium repens*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium pratensis* e espécies herbáceas como *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea* (Pardini e Nori 2011; Rossetti 2015). Quanto à utilização da componente animal, dependendo do país em questão, as espécies criadas mudam em relação à sua tradição pecuária. Em Espanha e Portugal, devido à falta de mão-de-obra, a criação extensiva de ovinos tem sido progressivamente substituída pela criação de gado bovino, o que envolve o cruzamento de raças locais com raças especializadas em carne como Charolaise, Limousine ou Angus, enquanto que a criação de raças locais de suínos continua em voga; Na Sardenha, a criação semiextensiva de ovinos leiteiros e a criação extensiva de gado bovino, tanto puro como cruzado com raças locais como a Sardo-Bruna e a Sardo-Modicana, estão mais disseminadas. Os sistemas silvo-pastoris são considerados multifuncionais porque, para além de desempenharem um papel económico predominante nas zonas rurais em causa, fornecem uma série de serviços agro-ecossistémicos fundamentais. São protegidos pela diretiva europeia 92/43/CEE porque garantem a preservação da biodiversidade e são também um excelente exemplo de integração entre o sistema de produção e o uso tradicional da terra, conferindo um carácter regional aos produtos dele derivados e aumentando o rendimento destas zonas rurais. Contribuem de forma mais decisiva para o sequestro de carbono do que um pasto com monocultura, como demonstrado num estudo realizado por Gordon (2005), onde se verificou que o potencial de captura do carbono poderia ser de 2,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ contra 1,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ sequestrado num pasto com monocultura. Contudo, a capacidade de sequestro de carbono é difícil de medir e é variável em relação à composição do solo, sendo os solos ácidos menos favoráveis, as espécies de culturas e as práticas de gestão, uma vez que o aumento da densidade das árvores aumenta o sequestro de carbono. Apesar de estes sistemas oferecerem benefícios

consideráveis ao ecossistema, existem hoje muitas ameaças que minam a sua sobrevivência, tais como o abandono das áreas rurais, o sobrepastoreio, a falta ou fraca regeneração da componente florestal e a presença de doenças fúngicas que atacam a componente de árvores adultas, tais como a seca, que afectam as despesas dos produtores. A fim de ultrapassar estes problemas, seria apropriado planear escolhas técnicas e gerenciais ao fim de garantir níveis óptimos de conservação e valorização do sistema, explorando-o tanto como um recurso produtivo, ambiental e paisagístico como um recurso para o turismo e recreação.

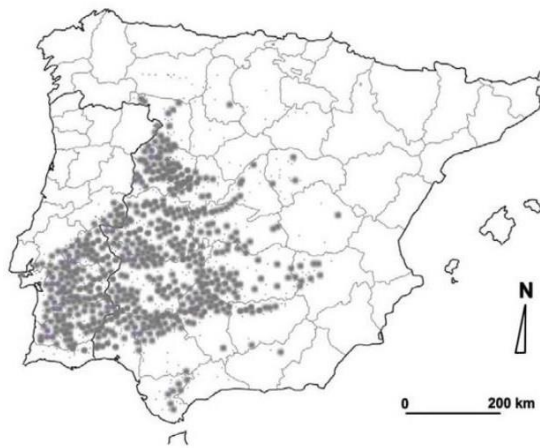


Figura 4. Distribuição da Dehesa e do Montado na península Iberica (Perez e Salinas 2015)



Figura 5. Distribuição das pastagens arborizadas “dehesa type” na Sardenha (Rossetti et al.,2015).

1.3 Os sistemas pastorais na Sardenha

A elevada proporção de prados e pastagens permanentes na Sardenha (quase um quinto do total no país) significa que estes constituem uma forte ligação entre a pecuária, a atividade agrícola e o ambiente, tornando-os os guardiões do património cultural, conhecimentos e tradições locais. Em muitas zonas da Sardenha, especialmente na parte centro-oeste, a atividade agro-pastoril baseia-se na utilização sazonal de explorações agrícolas localizadas em diferentes altitudes, a fim de explorar as vantagens oferecidas tanto pelas montanhas como pelas planícies, onde pequenas flutuações climáticas provocam alterações importantes, ainda que breves, no valor e distribuição das pastagens (Bullitta 1993). Dada a elevada disponibilidade de pastagens, os sistemas agrícolas mais difundidos são os semiextensivos e extensivos, que através da exploração dos recursos forrageiros pelo pastoreio, constituem a base de abastecimento das explorações agro-pastorais. Estas explorações organizam as suas atividades de produção, tais como a gestão a tempo parcial, a produção de stocks de forragens e a compra de alimentos fora da exploração, de acordo com a disponibilidade de pastagens e a sua gestão.

Os principais tipos de pastagem na ilha podem ser classificados em quatro categorias:

- Pastagens arborizadas caracterizadas pela associação de diferentes espécies de árvores com uma clara prevalência do género *Quercus*. Apresentam uma baixa produtividade devido à presença de espécies arbustivas no matagal (Cavallero et al., 2002);
- Pastagens com maquis evoluídas caracterizadas por espécies arbustivas tais como *Myrtus communis*, *Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Phillyrea latifolia*, *Erica erborea*, *Olea europea* var. *Sylvestris*, *Quercus sp.pl*, presentes principalmente em solos com tendência para a acidez. A componente herbácea, constituída principalmente por gramíneas e leguminosas de bom valor pastoral, está presente em relação à cobertura arbórea que influencia a sua produção (Cavallero et al., 2002;);
- Pastos com maquis baixo, compostos principalmente por espécies arbustivas caracterizadas por um baixo valor pastoral devido à presença predominante de espécies arbustivas como *Rosmarinus Officinalis*, *Lavandula stoechas*, *Helycrisum italicum*, *Prunus spinosa*, *Cistus sp.pl*, *Genista sp.pl*, geralmente espalhadas em solos grosseiros e pouco profundos. Nas áreas livres de arbustos a

cobertura herbácea é escassa e constituída principalmente por espécies com pouca apetibilidade (Cavallero et al., 2002).

- Pastos herbáceos, compostos principalmente por espécies leguminosas e gramíneas anuais cuja composição e grau de cobertura variam em relação às características pedo climáticas e de gestão (Cavallero et al., 2002).

Em Sardenha em zonas caracterizadas por montanhas e colinas, a presença, em pastagens arbóreas e evoluídas, de espécies sempre verdes, tais como azinheira, sobreiro, lentisco, murta, etc., espécies caducifólias e a produção de frutos derivados das mesmas constitui uma fonte suplementar importante durante o ano e fundamental especialmente em períodos em que a produção de espécies herbáceas é escassa ou nula, tais como nos períodos de verão e inverno (Fig. 6) (Bullitta1993; Molle e Decandia 2014). Isto é possível devido à capacidade das espécies arbustivas de utilizar camadas do solo inacessíveis às espécies herbáceas, garantindo a sua sobrevivência durante a estação seca e protegendo o solo da erosão. Além disso, a sua produção vegetal preserva a sua palatabilidade e digestibilidade ao longo do tempo, ao contrário das espécies herbáceas. Contudo, uma utilização não regulamentada destas áreas pode levar a fenómenos irreversíveis de degradação do solo, como ocorre frequentemente em áreas estatais (Bullitta et al, 1992).

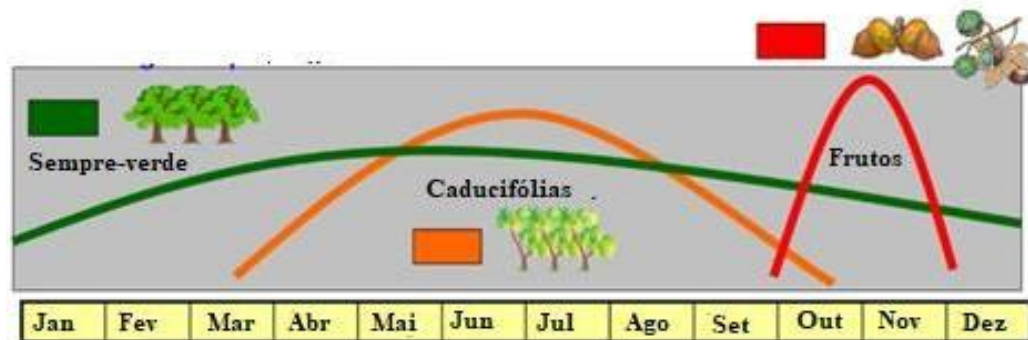


Figura 6. Distribuição dos produtos vegetais nas pastagens arborizadas e com maquis evoluída (Molle e decandia 2014).

1.4 Métodos de pastoreio e utilização eficiente dos recursos pastoris

O pastoreio significa a utilização direta pelo animal da relva, qualquer que seja a sua origem. Esta técnica é a forma mais antiga de exploração das pradarias, ainda hoje válida para a gestão de vastas áreas ou áreas com baixa produtividade. O pastoreio oferece inúmeras vantagens importantes ao produtor. Vantagens económicas devido tanto à redução dos custos da ração como de produção já que a erva é consumida no local, e a uma menor perda de M.S. e valor nutricional em comparação com as práticas alternativas. Vantagens produtivas porque a erva tem um maior valor nutricional, uma maior digestibilidade, um elevado teor proteico (17-25% PB) e um perfil mineral e vitamínico completo (Brandano 2005). Vantagens higiénico-sanitárias, uma vez que há uma menor incidência de patologias, como a claudicação e a mastite, graças ao movimento físico dos animais, o que os torna mais resistentes. Por outro lado, o pastoreio por vezes expõe os animais a riscos tais como parasitoses, doenças infecciosas e exposição ao calor excessivo durante a temporada de verão, o que pode levar a problemas reprodutivos com consequente queda de produção e perdas económicas (Arnott et al., 2016). Com o pastoreio, o objetivo é prosseguir tanto os objetivos zootécnicos, tais como maximizar a ingestão de erva e aumentar a produtividade animal, como objetivos agronómicos e ambientais a fim de salvaguardar a relva, a sua produtividade e persistência. Para tal, é necessário gerir o pastoreio de forma racional, tendo em conta certas variáveis como, por exemplo o tempo ideal de pastagem, ou seja, o melhor momento para introduzir os animais no pasto em relação à produção da qualidade e quantidade da erva; o período de permanência, ou seja, os dias necessários para uma utilização completa da erva disponível; o período de descanso, ou seja, o período entre pastejos, ou seja, o período necessário para que a vegetação do pasto volte a crescer após ter sido utilizada; A carga animal, ou seja, o número de animais que pode ser mantido em relação à disponibilidade de erva durante um determinado período de tempo, pode levar ao sobrepastoreio ou subpastoreio com a consequente modificação e empobrecimento do ecossistema da pastagem (Brandano 2005). Em particular, o sobrepastoreio favorece a compactação do solo devido ao pisoteio excessivo que gera asfixia radicular e acidificação do solo, reduzindo a relação planta-superfície e aumentando o risco de erosão. A escassez de erva leva os animais a explorar demasiado profundamente a vegetação, esgotando as reservas da planta e prejudicando a sua produção subsequente. Pelo contrário, o subpastoreio provoca uma mudança na composição florística do pasto com a prevalência de ervas altas

pouco paláteis, espécies arbustivas e ervas daninhas que causam uma redução na área de pastagem. Além disso, a utilização incompleta da biomassa actual leva a um aumento dos tecidos vegetais maduros com uma consequente diminuição da qualidade e das propriedades nutritivas do pasto, aumentando os resíduos devidos ao pisoteio. A gestão racional dos pastos também inclui a escolha da técnica de pastoreio. No ambiente mediterrânico, existem dois métodos principais de pastoreio: o pastoreio livre e o pastoreio rotacionado nas suas várias formas (Fig. 7). Com o pastoreio livre, os animais utilizam livremente toda a superfície de pastagem à sua disposição durante um período de tempo importante que geralmente coincide com toda a época de pastoreio. Pode ser realizado com carga fixa ou variável; no primeiro caso, o número de animais e a área permanecem inalterados durante toda a estação de pastagem, enquanto no segundo caso, o número de animais ou o tamanho da área são modificados de acordo com a disponibilidade de erva.

Esta tipologia representa o sistema de gestão mais simples de um pasto, uma vez que os investimentos são limitados e os custos de gestão são baixos. Pelo contrário, podem ocorrer perdas qualitativas, devido a uma seleção demasiado forte de alimentos e a uma difusão excessiva de espécies pouco palatáveis ou rejeitadas, e perdas quantitativas devido a atropelamentos e sujidade (Molle et al., 2001). No pastoreio rotacionado, por outro lado, a área de pastoreio é dividida em piquetes que serão utilizadas progressivamente durante a época de pastoreio (Undersander et al., 1993). Temos o pastoreio rotativo guiado quando, na ausência de vedações, os animais são mantidos numa determinada área sob o controlo do pastor. Por outro lado, falamos de pastoreio rotacionado racionado quando a área de pastagem é ainda subdividida em secções menores de acordo com as necessidades alimentares dos animais durante um período limitado, geralmente meio-dia ou um dia inteiro (Cavallero et al., 2002). As vantagens deste método incluem a utilização de relva no seu estado ótimo, e um consumo homogéneo da relva devido a uma menor seleção alimentar. De facto, os animais utilizam todas as essências à sua disposição, desperdiçando menos forragem e fertilizando o solo de uma forma homogénea. Entre as desvantagens, reconhecemos um grande investimento inicial para a compra ou construção de vedações e custos de funcionamento mais elevados devido ao aumento da mão-de-obra que deve lidar com a gestão do gado. É difícil determinar universalmente qual o modo de pastoreio mais eficiente, uma vez que depende principalmente das condições climáticas e ambientais da área em consideração. Nos casos em que a produção de erva é regular, homogénea e de boa qualidade, qualquer

modo de pastagem pode ser aplicado, uma vez que não é necessário qualquer controlo do comportamento alimentar através da carga instantânea. Pelo contrário, quando existem limitações ambientais importantes, tais como áreas marginais, a presença de pastagem heterogénea e a produção e qualidade aleatória de erva, seria mais apropriado adoptar a técnica de pastagem rotativa a fim de adaptar a carga animal instantânea à produção de erva (Bonciarelli et al.,2001).

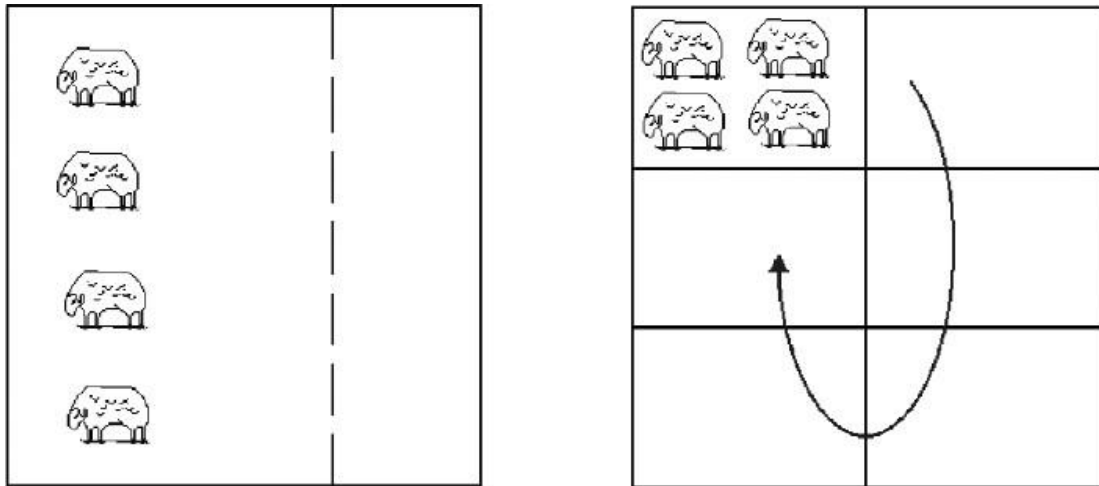


Figura 7. Representação das principais modalidades de pastoreio. A esquerda é representada o pastoreio contínuo, enquanto à direita o pastoreio rotacionado. O traço contínuo indica a presença de cerca fixa (Molle et al., 2001)

1.5 O pastoreio Adaptativo Multi-Paddock: o projeto Life-Regenerate

O pastoreio adaptativo Multi-Paddock (AMP) é uma estratégia de pastagem regenerativa, assimilada ao pasto rotacionado, pertencente à filosofia de gestão holística de acordo com a qual o relvado não só fornece nutrição aos herbívoros como também contribui para preservar e melhorar as características do solo (Mann e Sherren 2018). Esta estratégia inspira-se nos efeitos benéficos promovidos pelo pastoreio por grandes manadas de herbívoros selvagens, que passam um curto período de tempo numa pequena área antes de se deslocarem para escapar às ameaças de predação ou simplesmente para procurar novas fontes alimentares. Embora pastam intensivamente em algumas áreas, não causam sobrepastoreio, uma vez que o movimento dos animais não se limita a pequenas áreas, permitindo que a vegetação tenha o tempo necessário para regenerar-se. Além disso, as dejeções por eles libertadas contribuem para fertilizar o solo e aumentam a

concentração de nutrientes, enquanto o movimento das garras produz efeitos benéficos sobre a germinação de novas sementes. Para tal, a técnica AMP envolve a divisão do pasto em pequenos piquetes com curtos períodos de pastoreio e elevada carga animal, a fim de assegurar tempos ótimos de recuperação entre pastejos sucessivos e facilitar a recuperação da vegetação (Teague & Bernes 2017). A técnica AMP é um sistema dinâmico e por este motivo utiliza sistemas vedação leves e móveis para adaptar o tamanho dos piquetes, e consequentemente a carga animal, à disponibilidade de erva. Sendo adaptável, não existe uma estratégia de gestão universal válida para todas as situações, mas varia em relação à área de interesse e às condições pedoclimáticas e produtivas que a caracterizam. Apesar disto, é possível reconhecer cinco princípios orientadores que devem ser seguidos para obter a máxima eficiência do sistema (Teague et al., 2013). Entre os princípios que reconhecemos: - Providenciar forragem em quantidade e qualidade adequadas; - Gerir o pasto de modo a ter uma utilização homogénea da parcela e uma maior ingestão de variedade pelos animais evitando assim o sobrepastoreio; - Evitar a desfoliação excessiva da planta de modo a facilitar a interceção da luz solar, a infiltração de água de modo a ter uma capacidade fotossintética funcional e uma rápida recuperação da planta; - Assegurar um período de descanso adequado de modo a restaurar as condições ótimas de pastagem; - Planear e desenvolver novas ferramentas para controlar a pressão animal sobre as pastagens de modo a facilitar a aplicação dos princípios acima enumerados. Estes princípios devem ser apoiados por quatro ações práticas que lhes estão estreitamente ligadas, a fim de prosseguir os objetivos económicos, produtivos e ambientais que o sistema se propõe. Estes são: proporcionar um período de recuperação adequado para as plantas pós-pastoreio; modificar a distribuição dos animais; ajustar a intensidade do pastoreio; e modificar a alimentação e o comportamento dos animais. É essencial proporcionar um período de recuperação adequado para preservar as pastagens e a sua produtividade. Isto é possível graças ao deslocamento dos animais em diferentes piquetes, deixando tempo para as plantas recém pastejadas se reconstituírem e evitando o uso excessivo das essências mais desejáveis, a fim de preservar a sua biodiversidade e produtividade. Os tempos de recuperação variam em relação às espécies presentes e às características pedoclimáticas do território, por este motivo é essencial uma observação e planeamento cuidadosos (Steffens et al., 2013). A subdivisão da área em piquetes mais pequenos permite aumentar a área efetivamente utilizada pelos animais, uma vez que favorece o pastoreio de áreas que em condições de pastoreio contínuo seriam rejeitadas ou

subutilizadas. Desta forma, o animal ingere uma maior quantidade e variedade de forragens. Além disso, graças à gestão cuidadosa da carga animal, o fornecimento de forragem é estabilizado aumentando a pressão de pastoreio em áreas menos utilizadas e diminuindo-a em áreas sobrepastoradas, reduzindo assim o risco de erosão do solo. O pasto AMP, ao contrário do pasto contínuo, permite que os animais satisfaçam as suas necessidades mesmo durante as fases em que estas são mais elevadas, como a gravidez e a lactação, graças à correta gestão dos recursos forrageiros que permite aumentar a sua quantidade. Além de ter efeitos positivos na produtividade do pasto, oferece numerosas vantagens ao solo, melhorando a sua estrutura e fertilidade graças à maior cobertura foliar que o protege da ação dos agentes atmosféricos, favorecendo a penetração da água e limitando as perdas devidas ao escorrimento e lixiviação. A maior quantidade de biomassa produzida permite um maior retorno de resíduos das culturas ao solo sob a forma de matéria orgânica, aumentando assim a capacidade de sequestro de carbono em comparação com os sistemas não adaptativos, contribuindo mais fortemente para a luta contra as alterações climáticas (Teague & Barnes 2017). O sistema adaptativo multi-paddock constitui um ponto fundamental do projeto Life-Regenerate (<http://regenerate.eu/>), que foi criado com a intenção de demonstrar que as explorações agrícolas em sistemas silvo-pastoris mediterrânicos podem tornar-se autossuficientes e rentáveis, quer confiando nos princípios de eficiência de recursos, quer incorporando o valor acrescentado dos produtos locais nos rendimentos agrícolas, tanto a nível de demonstração como em escala maior. De facto, estes importantes ecossistemas são hoje postos à prova tanto por factores antropogénicos como ambientais, tais como o impasse dos preços dos produtos, a diminuição da ajuda comunitária e a queda da produção. É um projeto piloto dividido em duas fases: durante a primeira fase o modelo é testado num total de 100 ha, 60 dos quais na Sardenha, numa quinta privada localizada em Santu Lussurgiu na província de Oristano e 20 ha em Espanha na quinta pública pertencente à Universidade de Salamanca. O sucesso dos estudos preliminares conduzirá à segunda fase, na qual o modelo será alargado a um total de 5000 hectares em Espanha, Portugal e Itália, a fim de demonstrar a sua eficácia e reprodutibilidade. A hipótese experimental na base do projeto é que a aplicação de pastagem adaptativa multi-paddock, adaptada às condições ambientais e de mercado, pode ser uma ferramenta válida para melhorar a eficiência da utilização com benefícios para o próprio ecossistema, devido a uma melhoria na regeneração da componente arbórea e das características do solo e reciclagem da biomassa, e benefícios económicos devido a uma maior independência da compra de

insumos externos graças à melhoria da produção de biomassa e à utilização de áreas que numa pastagem gerida convencionalmente não seriam exploradas.

2 OBJECTIVO DA TESE

O objetivo desta tese é analisar o efeito de duas tipologias de pastoreio, o pastoreio contínuo e o sistema AMP, sobre a produção de biomassa herbácea e sobre a eficiência da utilização do recurso pastoral pelos animais num sistema silvopastoril na Sardenha centro-oeste.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada numa exploração agrícola privada de tipo silvo pastoril em Santu Lussurgiu (OR) na Sardenha centro-oeste (Itália, 40°8'N, 8°35'E), onde as principais atividades pecuárias são a criação de gado bovino de corte Charolaise e Sardo Modicana e caprinos leiteiros. A quinta está dividida em dois corpos (Fig. 8), localizados no mesmo município: Eligheses Uttiosos (UE) a cerca de 850 msnm e Sas Bogadas (SB) a cerca de 400 msnm. A precipitação média anual é de 1292 mm na UE (2006-2018) e 1120 mm em SB (1022-2011), 75% dos quais ocorrem no período outono-inverno de outubro a março, enquanto a temperatura média anual é de 11,5°C e 14,6°C na UE e SB, respetivamente. O padrão meteorológico para o período experimental até dezembro de 2020 é mostrado na Figura 8. As atividades pecuárias dentro da área de estudo são típicas das explorações florestais no ambiente mediterrânico, onde o gado é alimentado principalmente em pastagens complementadas com feno produzido na exploração e com rações adquiridas fora da exploração, a fim de satisfazer as necessidades nutricionais dos animais. Para este fim, o gado segue uma transumância vertical desde as zonas de montanha (UE, Verão e Inverno) até às zonas de vale (SB, Inverno e Primavera) de acordo com a disponibilidade sazonal de erva e as necessidades nutricionais ligadas à fase fisiológica dos animais.

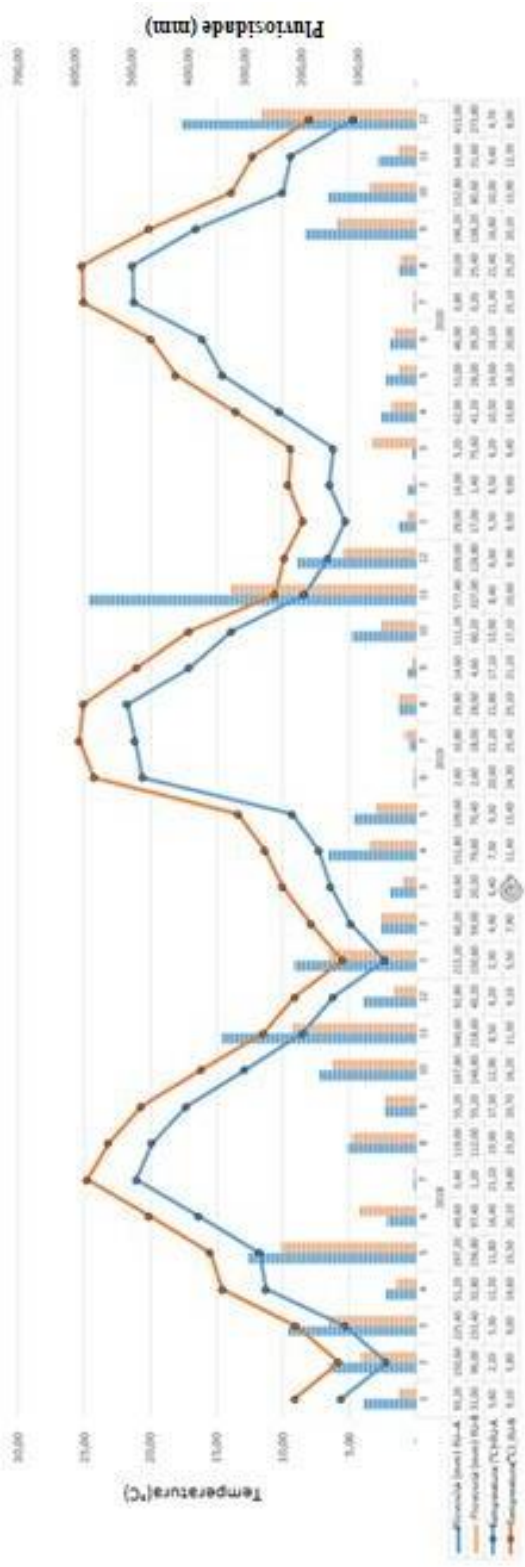


Figura 8. Clima diagrama da área de estudo: sítio A em azul sítio B em vermelho

3.2 Delineamento experimental

As atividades experimentais começaram desde agosto de 2018 e continuam até hoje. Nesta tese, são relatados os resultados do segundo ano de experimentação. Nas áreas da UE e SB, foram identificados dois tipos de uso do solo: i) Pastagens Arborizadas (PA) apenas na área de montanha e ii) Pastagens Permanentes (PP) tanto na área de montanha como na área de vale. Desde agosto de 2018, a técnica de pastagem AMP tem sido incorporada internamente no contexto do projeto Life-Regenerate (<https://regenerate.eu/en/>). Na zona montanhosa (Elighes Uttiosos, UE), foram identificados 8 piquetes (4 PA e 4 PP) de dimensão variável entre 0,6 e 1,2 ha destinados ao pasto AMP e uma área de controlo (PC) de 9 ha (7 ha PA e 2 ha PP) destinados ao pasto contínuo. Na área de vale (Sas Bogadas, SB), a área AMP foi subdividida em 8 piquetes de cerca de 0,3 ha enquanto o pastoreio contínuo (PC) foi praticado numa área de controlo de cerca de 9 ha (Fig.9). Os piquetes foram subdivididos com cercas elétricas móveis para facilitar a entrada e saída dos animais de um piquete para outro durante os eventos de pastoreio. Em cada piquete, os animais pastaram durante alguns dias, em média 6 dependendo da disponibilidade de forragem e do tamanho do piquete, com elevadas cargas instantâneas animais (até cerca de $10,5 \text{ UA ha}^{-1}$) seguidas de longos períodos de descanso, enquanto nas áreas de controlo o pastoreio ocorreu num padrão contínuo com cargas mais baixas (até $2,3 \text{ UA ha}^{-1}$).

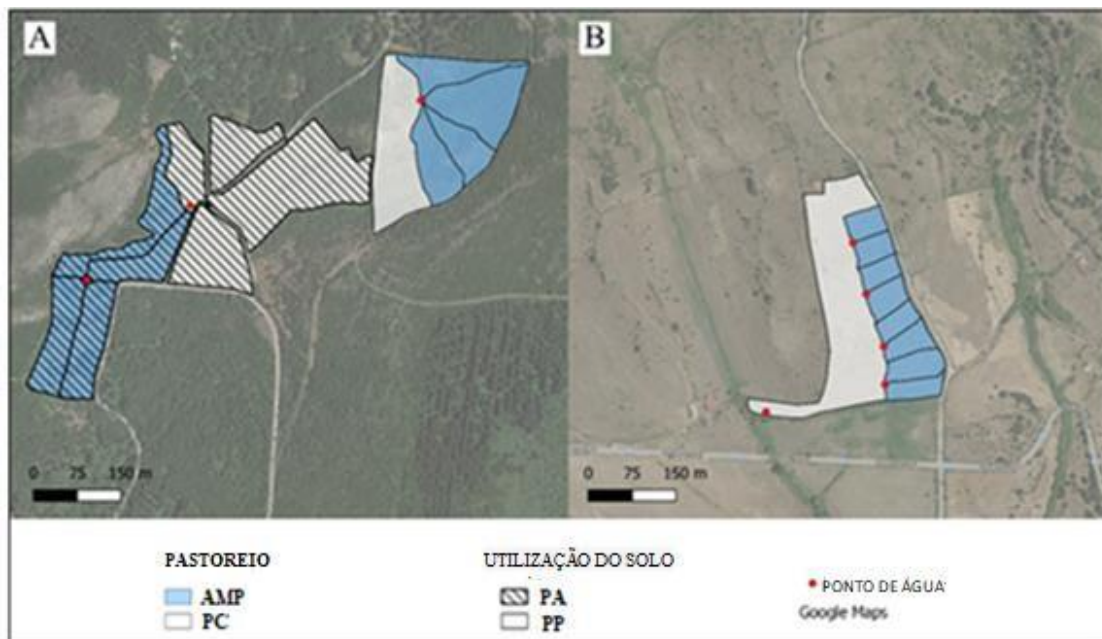


Figura 9. Área de estudo e delineamento experimental.

3.3 Recolha das amostragens

Para caracterizar as áreas de estudo, foi realizado um estudo florístico no outono de 2018 e 2019 e na Primavera de 2019 e 2020 para observar e avaliar a variabilidade das comunidades vegetais presentes. A produção de biomassa da pastagem foi avaliada utilizando o método da gaiola de exclusão (Frame, 1993) em áreas onde efetua-se o pastoreio contínuo, e através da medição da altura da erva utilizando o sward stick HFRO (Barthram, 1984) tanto nas áreas de pastagem AMP como nas áreas de controlo antes e depois de cada pastejo. Em cada uma das áreas AMP e PC, foram identificados 4 transeptos de 25 m cada, distribuídas de forma representativa pelas áreas de estudo, dentro de cada uma das quais 50 alturas foram medidas a 0,50 m de distância. Para além da altura da grama, foi registada a família de cada espécie tocada pelo sward stick, distinguindo gramíneas (GRAM), leguminosas (LEG), outras espécies pabulares (OT_PB), e espécies não pabulares (OT_NP), ou ervas daninhas em geral, cuja soma constitui a biomassa total (TOT). A fim de ter uma ferramenta fiável para estimar a produção de matéria seca do pasto foram analisadas as equações de regressão entre a altura da grama medida com o sward stick e a biomassa produzida mediante um procedimento de calibração. A calibração é efetuada no início de cada estação de pastejo e durante pelo menos dois anos consecutivos e consiste em medir a altura em 5 pontos (os 4 vértices e o ponto central) dentro de uma área unitária de 0,5 m². A biomassa é posteriormente cortada e colocada numa estufa a 65°C até atingir um peso constante a fim de avaliar o seu conteúdo de MS e calcular a produção de MS por unidade de área (Mg ha⁻¹). Para cada estação de pastejo, são identificadas cerca de 20 áreas unitárias a fim de estudar a mais vasta gama de alturas da relva. As relações entre a altura medida mediante o sward stick e a produção de matéria seca foram utilizadas para calibrar o instrumento e, portanto, estimar a quantidade de biomassa presente a partir das medições das alturas, as taxas de crescimento e a produtividade do pasto. Foram colocadas gaiolas de exclusão (1 m × 1 m × 1 m) em áreas de controlo (n = 4 para áreas de PC) para determinar a produção mensal de pastagens durante o pastoreio contínuo. Para este efeito, são amostradas áreas de 0,5 m² dentro (IN) e fora (EX) de cada gaiola para determinar a MS contida. A produção de biomassa (Mg ha⁻¹ de MS) entre duas amostragens sucessivas foi determinada como relatado por Seddaiu et al. (2018), calculando a diferença entre a biomassa IN na data de amostragem (t1) e a biomassa EX na data de amostragem anterior (t0), da seguinte forma MS (Mg ha⁻¹) = IN(t1) - EX (t0). As taxas de crescimento da biomassa (kg ha⁻¹ d⁻¹ de MS) nas parcelas

do AMP foram determinadas como a diferença entre a biomassa presente antes e depois do pastoreio dividida pelo número de dias de descanso do pastejo. Nas parcelas de PC, as taxas de crescimento foram estimadas a partir da média dos dados da biomassa recolhidos utilizando gaiolas de exclusão e as alturas medidas com o sward stick. A produção total das pastagens (Mg ha^{-1} de MS), ou seja, a soma das taxas de crescimento diário da relva, foi calculada em cada área de estudo, distinguindo as áreas PA e PP no sítio UE, para as quais foi considerada a produção do outono, e a área PP na área SB onde foi calculada a produção da primavera e do inverno. A utilização das pastagens pelos animais (Mg ha^{-1} de MS) foi calculada nas áreas do AMP como a diferença entre a biomassa presente no final do período de pastoreio, a soma da biomassa presente no início do período de pastagem e a biomassa que cresce durante o período de pastoreio na mesma área. Enquanto nas áreas PC foi calculado como a diferença entre a biomassa IN e a biomassa EX das gaiolas de exclusão durante a mesma amostragem. A taxa de utilização da pastagem (UF, %) foi calculada como a relação entre a biomassa consumida e a produção total para cada período de pastoreio.

4 RESULTADOS

4.1 Relação entre a altura da planta e a biomassa produzida

A relação entre a altura da relva detetada pelo sward stick e o conteúdo de MS explica significativamente a variabilidade da biomassa presente na pastagem ($P < 0,001$) em particular: grupo GRAM, distinguindo no sítio da UE as estações outono ($R^2=0,75$), primavera ($R^2=0,72$) e inverno ($R^2=0,87$), e no sítio do SB as estações primavera ($R^2=0,50$) e inverno ($R^2=0,88$); grupo LEG, distinguindo um modelo para as estações outono-inverno ($R^2=0,46$) e primavera-verão ($R^2=0,81$); grupo OT_PB ($R^2=0,36$); grupo OT_NP ($R^2=0,43$). Os parâmetros do modelo de regressão linear utilizados para estimar a biomassa presente são mostrados na Figura 10.

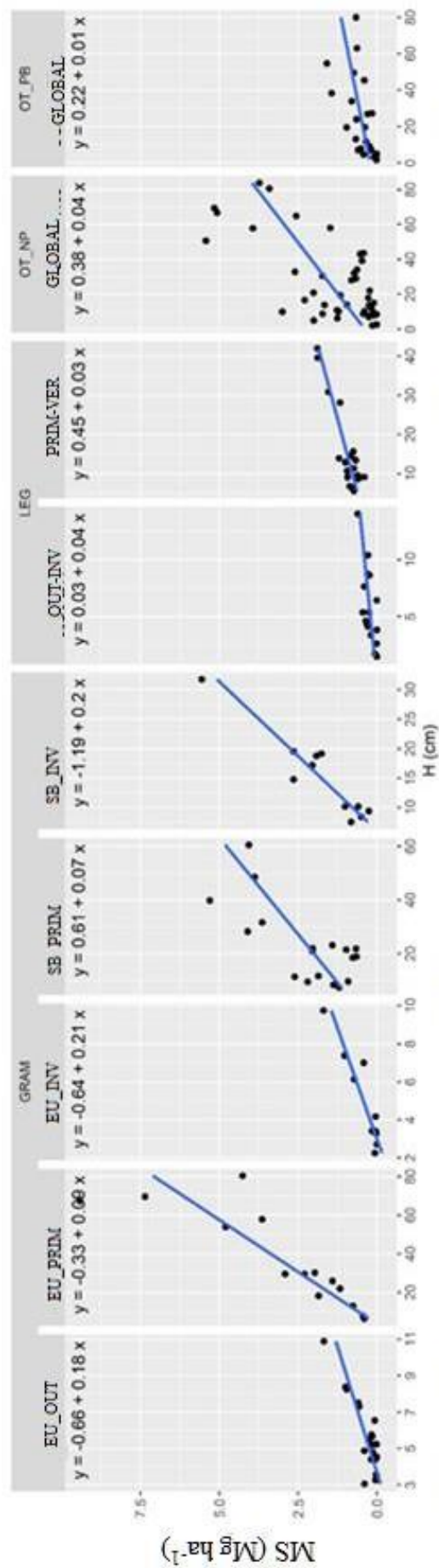


Figura 10. Equação de regressão entre a MS da biomassa das pastagens e a altura da relva por cada sítio, estação de pastoreio e grupo funcional

4.2 Produção de biomassa e eficiência na utilização de pastagens

A produção de biomassa em EU_PP, EU_PA (ambos pastagem de verão-outono) e SB_PP (pastos de inverno-primavera) é mostrada na Figura 11. A técnica de pastoreio influenciou significativamente a produção de LEG ($P < 0,0001$) na zona montanhosa, enquanto não foram observadas alterações significativas na produção de GRAM em nenhum dos locais de estudo. Especialmente, a produção de LEG no segundo ano foi em média mais elevada em AMP ($0,38 \pm 0,01 \text{ Mg ha}^{-1}$) do que em PC ($0,28 \pm 0,01 \text{ Mg ha}^{-1}$) na área EU_PP. A produção de biomassa de OT_PB foi ligeiramente superior em AMP do que em PC na área EU_PP, enquanto o oposto foi observado na área EU_PA. A produção de biomassa OT_NP foi maior em AMP ($1,38 \pm 0,07 \text{ Mg ha}^{-1}$) do que em PC ($0,96 \pm 0,07 \text{ Mg ha}^{-1}$) na área EU_PP. A biomassa TOT no segundo ano foi significativamente mais elevada em AMP ($2,48 \pm 0,11 \text{ Mg ha}^{-1}$) do que em PC ($1,86 \pm 0,11 \text{ Mg ha}^{-1}$). O UF (kg kg^{-1} de MS) dos grupos funcionais que incluem as espécies pabulares (GRAM, LEG, OT_PB) em EU_PP, EU_PA (ambos pastoreio de verão-outono) e SB_PP (pastoreio de primavera do inverno) são mostrados na Figura 12. Foram observados efeitos positivos do pastoreio AMP na UF do GRAM nas áreas EU_PA e SB_PP. Em particular, no sítio EU_PP, a UF de GRAM era em média mais elevada em AMP ($0,44 \pm 0,03 \text{ kg}^{-1}$) do que em PC ($0,27 \pm 0,03 \text{ kg}^{-1}$), e no sítio SB_PP, a UF de GRAM era em média mais elevada em AMP ($0,38 \pm 0,02 \text{ kg}^{-1}$) do que em PC ($0,15 \pm 0,02 \text{ kg}^{-1}$). Relativamente à UF de LEG, foram observadas diferenças significativas entre AMP e PC apenas na área SB_PP.

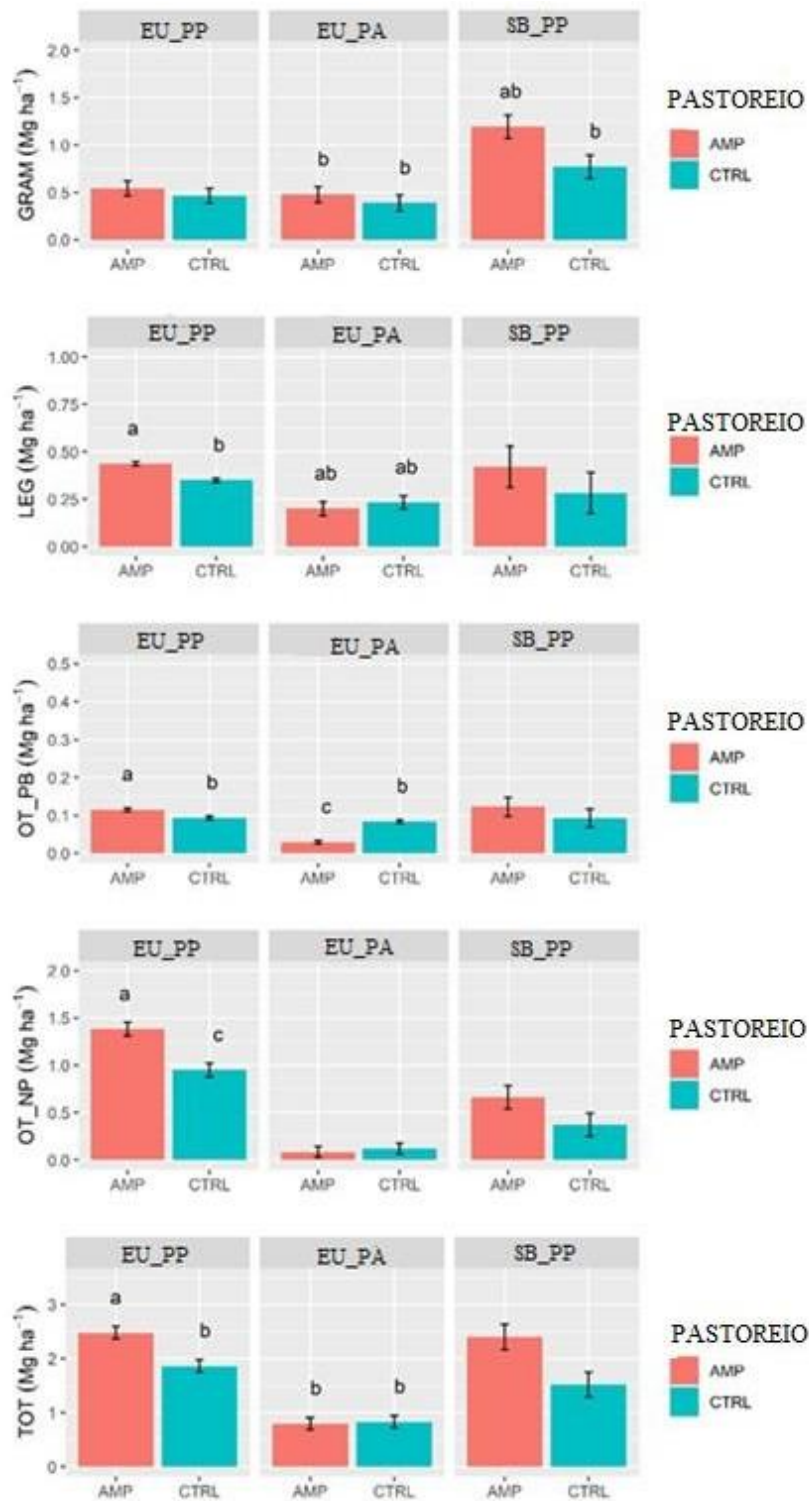


Figura 11. Produção de matéria seca das pastagens (Mg ha⁻¹) em relação ° modalidade de pastoreio nas diferentes áreas de estudo (EU_PP: área de montanha pastagem permanente; EU_PA: área de montanha pastagem arborícola; SB_PP: área de vale pastagem permanente) e nos 4 grupos funcionais.

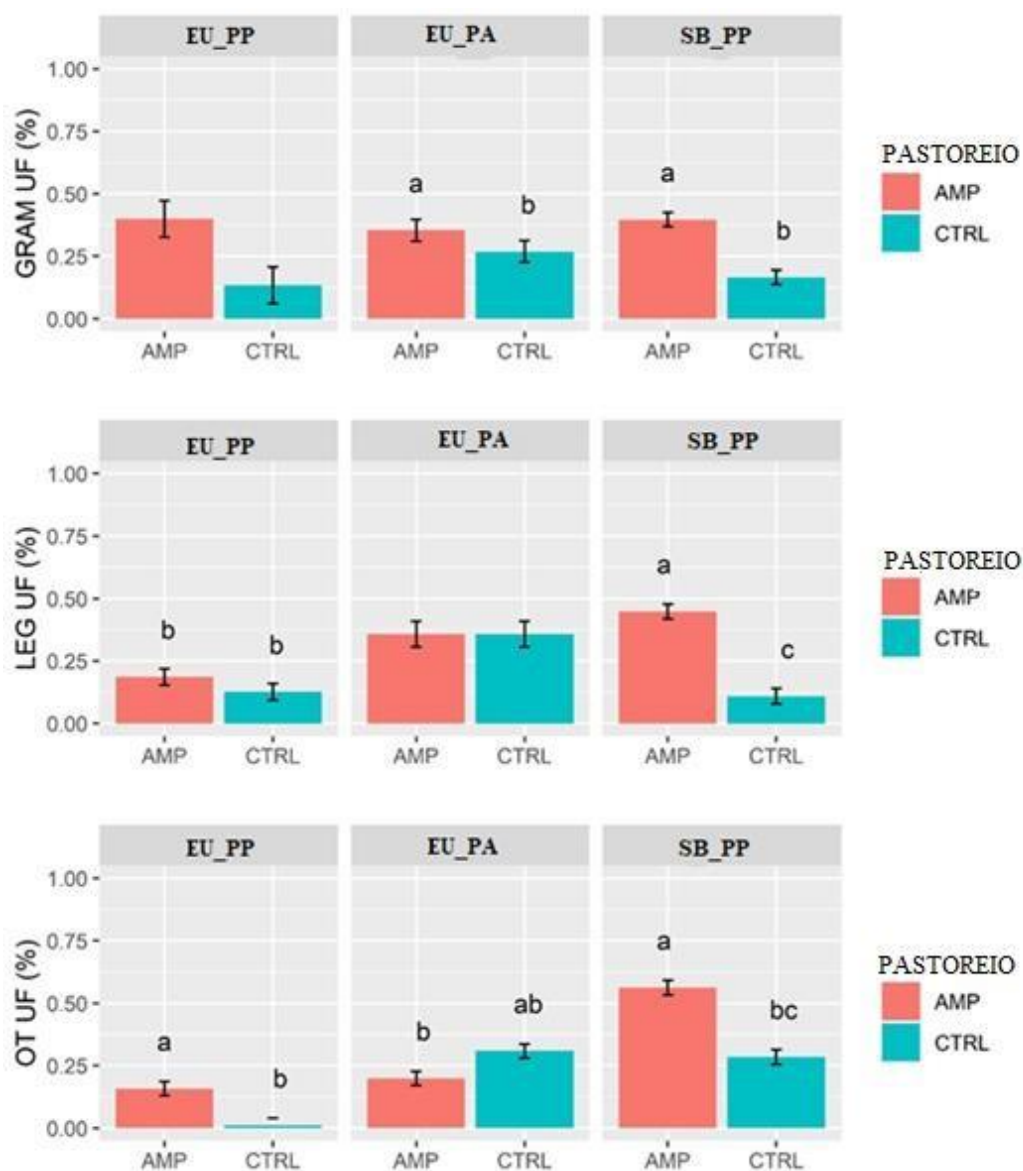


Figura 12. Taxas de utilização do relvado (UF%) em relação à modalidade de pastoreio nas diferentes áreas de estudo (EU_PP: área de montanha pastagem permanente; EU_PA: área de montanha pastagem arborizada; SB_PP área de vale pastagem permanente) e nos 4 grupos funcionais.

5 CONCLUSÕES

Neste estudo, o efeito da modalidade de pastoreio na produtividade da pastagem e na eficiência de utilização dos recursos da pastagem foi influenciado pelas condições ambientais específicas dos sítios de estudo, refletindo em particular a sazonalidade, de facto as zonas de montanha (UE) referem-se a produções de verão e outono, enquanto as zonas de vale (SB) referem-se à produções do inverno e da primavera. O pastoreio adaptativo multi-paddock determinou um impacto positivo geral na produção total e em todos os grupos funcionais apenas na zona montanhosa das pastagens permanentes, enquanto não se observou um efeito claro nas outras zonas. Uma maior produção total na zona montanhosa foi também associada a taxas de utilização mais elevadas. O pasto AMP também determinou taxas de utilização mais elevadas para todos os grupos funcionais e para a biomassa total na área de vale (isto é, no período de inverno e primavera) embora não tenham sido observados benefícios significativos do ponto de vista da produtividade. Os resultados obtidos mostraram uma forte variabilidade interanual e será necessário analisar os resultados dos anos seguintes da experimentação a fim de confirmar ou não a dinâmica observada no primeiro e segundo ano.

6 REFERENCIAS

- Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M., 2004. Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral: Diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. *Ciheam Cahiers Options Méditerranéennes*; n. 62, pag 29-41.
- Arnott G., Ferris C.P., O'Connell N.E., 2017. Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture based production systems. *Animal* 11:2 pp261-273.
- Bernués A., Ruiz R., Olaizola A., Villalba D., Casasús I. 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livestock science* 139 pp. 44-57.
- Bonciarelli F., Bonciarelli U., 2001. *Coltivazioni erbacee*. Edagricole, Bologna, Italia.
- Brandano P. 2005. *Zootecnia speciale I (Tecniche di produzione dei ruminanti)*. Dispense del corso zootecnia speciale I, Università degli studi di Sassari. pp 342-349.
- Bugalho M.N., Abreu J.M.F., 2008. The multifunctional role of grasslands. Zaragoza: CIHEAM / FAO / ENMP / SPPF, pp. 25-30 (*Options Méditerranéennes Série A. Séminaires Méditerranéens*; n. 79)
- Bullitta P., Porqueddu C., 1992. La macchia mediterranea come risorsa pastorale. *Annali della facoltà di agraria dell'università di Sassari* 1988-1992, 34:131-144.
- Bullitta P. 1993. Aspetti e problemi nell'utilizzazione dei pascoli montani. In: Camarda I., *Montagne di Sardegna*. Carlo Delfino Editore, Sassari, Italia. Cap 13.
- Cavallero A., Rivoira G., Talamucci P., 2002. Pascoli. In: Baldoni R., Giardini L., (Ed.), *Coltivazioni erbacee: foraggere e tappeti erbosi*. Patròn, Italia, 239-294.
- Cowling R.M., Rundel P. W., Lamont B. B., Arroyo M. K., Arianoutsou M., 1996. Plant diversity in mediterranean-climate regions. *Elsevier Science Ltd*, vol 11 n 9, pag 362-366.
- Gordon A.M., Naresh R.P.F., Thevathasan V. 2005. How much can be stored in canadian agroecosystem using a agroecosystem using silvopastoral approach. In: Mosquera-Losada M.R., McAdam J., Rigueiro-Rodríguez A. (Ed.), *Silvopastoralism and sustainable land management*. CABI Publishing. pp. 210-218
- Lesschen J. P., Elbersen B., Hazeu G., Van doorn A., Mucher S., Vetholf G., 2014. Task 1- Defining and classifying grasslands in Europe, Alterra, part of Wageningen.
- Mann C., Sherren K., 2018. *Holistic Management and adaptive grazing: a Trainer's View*. Sustainability, 10, 1848.
- Molle G., Decandia M., Ligios S., Fois N., Sitzia M., 2001. Il pascolamento e il carico animale con particolare riferimento all'ambiente mediterraneo In: Pulina G., *L'alimentazione degli ovini da latte*. Avenua Media pp 269-294.

Molle G., Decandia M., 2014. Buone tecniche di pascolamento delle greggi di pecore e capre. Agris, Dipartimento per la ricerca nelle Produzioni Animali.

Moreno G., Càceres Y., 2016. System: Report: Iberian Dehesas, Spain. Universidade de Extremadurs.

Moreno G., Franca A., Pinto Correia, Godinho S., 2014. Multifunctionality and dynamics of silvopastoral system. Options Méditerranéennes, A, no. 109.

Pardini A., 2005. Gestione dei pascoli e dei territori pascolivi. Aracne editrice, Roma, Italia.

Pardini A., Nori M., 2011. Agro-silvo-pastoral system in Italy: integration and diversification. Pastoralism: Research, Policy and Practice, 1:26.

Perez R.S., Salinas V. F., 2015 Claves para el reconocimiento de la dehesa como "paisaje cultural" de Unesco. Anales de Geografía de la Universidad Complutense 35(2).

Porqueddu C., Ates S., Louhaichi M., Kyriazopoulos A. P., Moreno G., del Pozo A. Ovalle C., Ewing M. A. and Nichols P. G. H. 2016. Grasslands in 'Old World' and 'New World' Mediterranean-climate zones: past trends, current status and future research priorities. Grass and forage science pp. 1-35.

Ramachandran Nair P.K., Nair V.D., Mohan Kumar B, Haile S.G. 2009. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. Environmental Science & Policy 12(2009) 1099-1111.

Rois-Diaz M., Mosquera-Losada R, Rigueiro-Rodriguez A. 2006. Biodiversity Indicators on silvopastoralism across Europe. EFI Technical Report 21.

Roggero P.P., Argenti G., Bindi M., Dibari C., Mula L., Pulina A., Seddaiu G., 2015. Stato e prospettive della ricerca italiana per la produzione di alimenti zootecnici in un contesto di cambiamenti climatici. Georgofili: quaderni: IV.

Rossetti I, Bagella S, Cappai C, Caria MC, Lai R, Roggero PP, Martins da Silva P, Sousa JP, Querner P, Seddaiu G 2015. Influence of isolated cork oak trees on soil features, plant and collembolan assemblages in a Mediterranean wooded grassland. Agriculture, Ecosystems and Environment 202: 203-216

Rivoira G., 1976. Foraggicoltura asciutta in ambiente mediterraneo. Rivista di agronomia. Anno X, marzo-giugno n 1-2.

Steffens T., Grissom G., Barnes M., Provenza F., Roath R., 2013. Adaptive Grazing Management for Recovery. Rangelands 35(5):28-34.

Teague R., Provenza F., Kreuter U., Steffens T., Barnes M., 2013. Multi-Paddock grazing on rangelands: why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience. Journal of Environmental Management

Teague R., Barnes M., 2017. Grazing management that regenerates ecosystem function and grazingland livelihoods. *African Journal of Range & Forage Science* 1-10.

Undersander D., Albert B., Cosgrove D., Johnson D., Peterson P., 1993. Pasture for profit: A guide to rotational grazing. University of Wisconsin (January 1, 1997) pp 1-38.

Zalidis G., Stamatis S., Takavakoglou V., Eskridge K., Misopolinos N., 2002. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88 pp. 137–146

Zilioto U., Scotton M., Da Ronch F., 2004. I pascoli alpini: aspetti ecologici e vegetazionali. *Quaderni SoZoAlp* pp11-17.

7 WEBGRAFIA

Página web do ministério do ambiente (consultado no mês de abril 2021)

<https://www.minambiente.it/pagina/rete-natura-2000>

Página web da Organização das nações Unidas para alimentação e a agricultura (consultado no mês de abril 2021)

<http://www.fao.org/sustainability/news/detail/en/c/1274219/>

Página web do Centro pelo Desenvolvimento agrícola e rural (consultado no mês de abril 2021)

http://www.cesarweb.com/wp-content/uploads/2014/11/speciale-1_GREENING.pdf

Página web do Projeto Life-Regenerate (consultado no mês de abril 2021)

<https://regenerate.eu/en/>

Página web da ARPAS Dipartimento Especialistico Regionale dell’Ambiente della Sardegna (consultado no mês de maio 2021)

<http://www.sar.sardegna.it/servizi/dati/datirilevati.asp>

Página web do site online do VI censo Istat (consultado no mês de abril 2021)_

<http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/Index.aspx?lang=it>