

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO RIO GRANDE DO SUL**
Campus Ibirubá

GABRIEL DA SILVA BATISTA

ALFAFA (*Medicago sativa*)

Ibirubá-RS

2023

GABRIEL DA SILVA BATISTA

ALFAFA (*Medicago sativa*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Ibirubá, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a Dra^a Bruna Dalcin Pimenta.

Ibirubá-RS

2023

RESUMO

Originária da Ásia, a alfafa (*Medicago sativa*) é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, com mais de 32 milhões de hectares cultivados em razão do seu potencial forrageiro e adaptabilidade às condições ambientais. Entretanto, o Brasil ainda possui uma pequena área cultivada de alfafa, próxima a 40 mil hectares, concentrada em sua maioria na Região Sul do país. Entre os motivos para tal, pode se destacar a limitada produção de sementes, a pequena disponibilidade de cultivares adaptadas aos trópicos, e o pequeno conhecimento, por parte de produtores, das exigências da cultura quanto à fertilidade do solo, ao controle de plantas daninhas e ao manejo da forragem e da irrigação. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo reunir informações encontradas na literatura sobre a cultura da alfafa, a fim de difundir conhecimentos sobre a mesma de maneira geral, com destaque para o seu cultivo, manejos e formas de utilização da forragem. A alfafa pertence à família Fabaceae, sendo uma espécie herbácea perene de verão. No Brasil, a cultivar Crioula é a predominante. O ideal para a cultura é uma área plana, com solo de textura média, profundo, com boa drenagem, sem camada de impedimento físico e com boa fertilidade natural. A alfafa é bastante sensível à acidez do solo, exigindo solos com pH em água entre 6,0 e 6,5. A adubação é uma prática importante, sendo que um alfafal extrai grandes quantidades de macro e micronutrientes por hectare por ano. Destaca-se que o suprimento de N é realizado pela simbiose com a bactéria *Ensifer meliloti*. A época de semeadura de alfafa é no outono (abril) ou na primavera (setembro), sendo a primeira época a mais adequada. O manejo da irrigação se faz necessário em algumas situações. Os manejos de plantas daninhas, pragas e doenças são imprescindíveis para obtenção de rendimentos de forragem elevados. A alfafa possui boa qualidade proteica, palatabilidade, digestibilidade e baixa sazonalidade de produção; além disso, contém altos teores de vitaminas A, E e K, bem como a maioria dos minerais requeridos pelos animais produtores de leite e de carne. A alfafa pode ser fornecida aos animais através de forragem conservada, na forma verde picada ou sob pastejo direto. As principais formas de conservação da forragem são o feno, a silagem, o pré-secado e os péletes, sendo que no Brasil o feno merece destaque. Desta forma, conclui-se que a alfafa é uma boa opção para melhoria da qualidade das dietas animais, e que a sua área de cultivo nacional pode ser aumentada.

Palavras-chave: forragem, cultivo, qualidade, pastejo, feno.

ABSTRACT

Originally from Asia, alfalfa (*Medicago sativa*) is one of the most important forage species in the world, with more than 32 million hectares cultivated due to its forage potential and adaptability to environmental conditions. However, Brazil still has a small alfalfa cultivated area, close to 40 thousand hectares, mostly concentrated in the southern region of the country. Among the reasons for this, we can highlight the limited seed production, the small availability of cultivars adapted to the tropics, and the little knowledge, on the part of producers, of the crop's requirements regarding soil fertility, weed control and to forage and irrigation management. In view of this, the present work aims to gather information found in the literature on alfalfa cultivation, in order to disseminate knowledge about it in general, with emphasis on its cultivation, management and ways of using the forage. Alfalfa belongs to the Fabaceae family, being a herbaceous perennial summer species. In Brazil, the Crioula cultivar is the predominant one. The ideal for cultivation is a flat area, with medium-textured, deep soil, with good drainage, without a layer of physical impediment and with good natural fertility. Alfalfa is quite sensitive to soil acidity, requiring soils with a water pH between 6,0 and 6,5. Fertilization is an important practice, with alfalfa extracting large amounts of macro and micronutrients per hectare per year. It is noteworthy that the supply of N is carried out by symbiosis with the bacterium *Ensifer meliloti*. The alfalfa sowing time is in autumn (April) or spring (September), the first time being the most suitable. Irrigation management is necessary in some situations. Weed, pest and disease management are essential to obtain high forage yields. Alfalfa has good protein quality, palatability, digestibility and low production seasonality; furthermore, it contains high levels of vitamins A, E and K, as well as most of the minerals required by animals producing milk and meat. Alfalfa can be fed to animals through preserved forage, in chopped green form or under direct grazing. The main forms of forage conservation are hay, silage, pre-dried and pellets, with hay being highlighted in Brazil. Therefore, it is concluded that alfalfa is a good option for improving the quality of animal diets, and that its national cultivation area can be increased.

Keywords: forage, cultivation, quality, grazing, hay.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Disseminação da alfafa pelo mundo.....	12
Figura 2 – Diferentes formas e cores das sementes de alfafa.....	14
Figura 3 – Germinação e emergência das sementes de alfafa.....	15
Figura 4 – Sistema radicular da alfafa.....	16
Figura 5 – Diferentes tipos de raízes da alfafa conforme o grau de repouso invernal das cultivares: raiz pivotante sem ramificações (a), raiz pivotante ramificada (b), raízes rizomatosas (c) e raiz rasteria (d).....	17
Figura 6 – Haste da alfafa.....	18
Figura 7 – Coroa da alfafa no seu início de formação.....	19
Figura 8 – Formas de folíolo em folhas trifoliadas de alfafa: obovado (a), oblongos (b), arredondados (c), cordiformes (d), espatulados (e) e lineares (f).....	20
Figura 9 – Tipos de estípulas observadas em folhas de alfafa: lancinadas (a) e lisas (b).....	20
Figura 10 – Flores de alfafa.....	21
Figura 11 – Desenvolvimento floral da alfafa: flor fechada (a) e flor aberta (b).....	22
Figura 12 – Evolução do fruto da alfafa, pouco depois da fecundação da flor (em cima, à esquerda) até a vagem madura com várias espiras (abaixo, à direita).....	22
Figura 13 – Detalhe das plantas de alfafa no estágio 0 (a), estágio 4 (b), estágio 6 (c) e estágio 9 (d) de desenvolvimento.....	24
Figura 14 – Sintomas de deficiência de nutrientes em alfafa: deficiência de N (na folha da esquerda) (a), deficiência de P (b), deficiência de K (c), deficiência de B (d) e deficiência de Cu (e).....	31
Figura 15 – <i>Cascula spp.</i> parasitando planta de alfafa.....	40
Figura 16 – Pulgões que causam dano à alfafa: <i>Therioaphis trifolii</i> (a), <i>Acyrtosiphon pisum</i> (b), <i>Acyrtosiphon kondoi</i> (c) e <i>Aphis craccivora</i> (d).....	43
Figura 17 – Lagarta (a) e mariposa (b) de <i>Colias lesbia pyrrhothea</i> em alfafa.....	44
Figura 18 – Lagarta (a) e mariposa (b) de <i>Anticarsia gemmatalis</i> em alfafa.....	44
Figura 19 – Lagarta (a) e mariposa (b) de <i>Spodoptera frugiperda</i> em alfafa.....	45
Figura 20 – Adulto do gorgulho-da-alfafa.....	46
Figura 21 – Adulto da patriota.....	47
Figura 22 – Sintomas de <i>Fusarium oxysporum</i> na parte aérea (a) e no sistema vascular (b) da alfafa.....	49
Figura 23 – Sintomas de <i>Rhizoctonia solani</i> nas raízes da alfafa.....	50
Figura 24 – Sintomas de <i>Sclerotium rolfsii</i> em planta de alfafa.....	51
Figura 25 – Sintomas de <i>Colletotrichum trifolii</i> nas hastes da alfafa.....	52
Figura 26 – Sintomas de <i>Leptotrochila medicaginis</i> em folhas de alfafa.....	53
Figura 27 – Sintomas de <i>Uromyces striatus</i> em folha de alfafa (a) e suas pústulas em destaque (b).....	54
Figura 28 – Sintomas de <i>Pseudopeziza medicaginis</i> em folha de alfafa.....	55
Figura 29 – Sintomas do mosaico-da-alfafa em trifólios.....	56

Figura 30 – Gráfico com a variação nos teores de proteína bruta (PB) da alfafa em diferentes estádios de desenvolvimento.....	58
Figura 31 – Qualidade da forragem expressa em porcentagem de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN) em pastagem de alfafa.....	59
Figura 32 – Variação da digestibilidade da alfafa (%) de acordo com extratos de pastejo.....	59
Figura 33 – Pastejo em alfafa.....	61
Figura 34 – Feno de alfafa.....	67
Figura 35 – Silagem de alfafa.....	69
Figura 36 – Péletes de alfafa.....	70
Figura 37 – Silagem pré-secada de alfafa.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faixas adequadas de nutrientes na parte aérea da alfafa.....	31
Tabela 2 – Inimigos naturais das principais pragas da alfafa.....	48
Tabela 3 – Composição química e a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) do pasto de alfafa em três épocas de avaliação na Região Sudeste do Brasil.....	60
Tabela 4 – Margem de lucro/controle nos diversos tratamentos de pastejo em alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste durante o mês de março de 2014 (época da seca).....	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 DESENVOLVIMENTO.....	11
2.1 ORIGEM E DISSEMINAÇÃO.....	11
2.2 ÁREA CULTIVADA.....	13
2.3 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA.....	14
2.3.1 Sementes e germinação.....	14
2.3.2 Raízes.....	16
2.3.3 Haste e coroa.....	18
2.3.4 Folhas.....	19
2.3.5 Flor e polinização.....	21
2.3.6 Fruto.....	23
2.4 FENOLOGIA.....	23
2.5 CULTIVARES.....	24
2.6 CULTIVO DA ALFAFA.....	25
2.6.1 Escolha da área.....	25
2.6.2 Correção do solo.....	26
2.6.3 Adubação e sintomas de deficiência de nutrientes.....	27
2.6.4 Inoculação das sementes.....	32
2.6.5 Semeadura.....	33
2.6.6 Demanda hídrica e irrigação.....	35
2.7 PLANTAS DANINHAS.....	37
2.8 PRAGAS.....	40
2.8.1 Pulgões.....	41
2.8.1.1 <i>Therioaphis trifolii</i> – pulgão-manchado-da-alfafa.....	41
2.8.1.2 <i>Acyrtosiphon pisum</i> – pulgão-da-ervilha ou pulgão-verde-da-alfafa.....	41
2.8.1.3 <i>Acyrtosiphon kondoi</i> – pulgão-azul-da-alfafa ou pulgão-verde-azulado.....	42
2.8.1.4 <i>Aphis craccivora</i> – pulgão-negro ou pulgão-das-leguminosas.....	42
2.8.2 Lagartas.....	43
2.8.2.1 <i>Colias lesbia pyrrhothea</i> – borboleta-da-alfafa.....	43
2.8.2.2 <i>Anticarsia gemmatalis</i> – lagarta-da-soja.....	44
2.8.2.3 <i>Spodoptera frugiperda</i> – lagarta-do-cartucho-do-milho.....	45
2.8.3 Besouros.....	45
2.8.3.1 <i>Naupactus leucoloma</i> ou <i>Pantomorus leucoloma</i> - gorgulho-da-alfafa.....	45
2.8.3.2 <i>Diabrotica speciosa</i> – patriota ou brasileirinho.....	46
2.8.4 Controle de pragas.....	47
2.9 DOENÇAS.....	48
2.9.1 Murcha fusariana - <i>Fusarium oxysporum</i>.....	48
2.9.2 Cancro-radicular - <i>Rhizoctonia solani</i>.....	49
2.9.3 Mofo-branco - <i>Sclerotium rolfsii</i>.....	50
2.9.4 Antracnose - <i>Colletotrichum trifolii</i>.....	51

2.9.5 Mancha-foliar-amarela - <i>Leptotrochila medicaginis</i>	53
2.9.6 Ferrugem - <i>Uromyces striatus</i>	54
2.9.7 Mancha comum das folhas (Viruela) - <i>Pseudopeziza medicaginis</i>	55
2.9.8 Mosaico-da-alfafa - <i>Alfalfa mosaic virus</i> (AMV)	56
2.10 MANEJO DA FORRAGEM	57
2.11 FORMAS DE USO DA FORRAGEM	59
2.11.1 Potencial forrageiro da alfafa	60
2.11.2 Pastejo em alfafa	60
2.11.2.1 Produção de leite a pasto de alfafa.....	63
2.11.2.2 Produção de carne a pasto de alfafa.....	65
2.11.3 Conservação da forragem	66
2.11.3.1 Feno.....	66
2.11.3.2 Silagem.....	68
2.11.3.3 Péletes.....	69
2.11.3.4 Silagem pré-secada.....	70
2.11.4 Produção de sementes	71
3 CONCLUSÃO	74
REFERÊNCIAS	75

1 INTRODUÇÃO

Originária da Ásia, a alfafa é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, com mais de 32 milhões de hectares de cultivo em razão do seu potencial de produção de forragem e da sua adaptação a diversas condições ambientais (COMERON et al., 2015). A Argentina é o país da América Latina que possui a maior área cultivada de alfafa, com aproximadamente 3,2 milhões de hectares; ao passo que o Brasil tem uma área bem menor, próxima a 40 mil hectares, concentrada em sua maioria na Região Sul do país (VILELA e JUNTOLLI, 2020).

A alfafa pertence à família Fabaceae, popularmente conhecida como a família das leguminosas, sendo uma espécie herbácea perene de verão (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012).

Países com maior tradição no cultivo da alfafa dispõem de um número elevado de cultivares, enquanto que o Brasil tem a maior parte da área cultivada por variedades oriundas da população Crioula (FERREIRA e VILELA, 2015). A população Crioula é resultante de um processo conjunto de seleção realizado pelo homem e pela natureza, ocorrido no Rio Grande do Sul a partir da introdução e cultivo da alfafa proveniente do Uruguai e da Argentina (PEREZ, 2003).

O cultivo de alfafa requer alguns cuidados para que se tenha sucesso. A escolha da área é uma etapa muito importante, sendo ideal uma área plana, com solo de textura média, profundo, com boa drenagem, sem camada de impedimento (compactação) e com boa fertilidade natural. (RASSINI et al., 2015). A cultura é bastante sensível à acidez do solo, exigindo solos com pH em água entre 6,0 e 6,5 (RHYKERD e OVERDAHL, 1972, *apud* MOREIRA et al., 2007).

A adubação é uma prática importante, sendo que um alfafal de alta produtividade pode extrair mais de 600 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg.ha⁻¹ de fósforo, 450 kg.ha⁻¹ de potássio, 250 kg.ha⁻¹ de cálcio, 40 kg.ha⁻¹ de magnésio e 50 kg.ha⁻¹ de enxofre por hectare por ano (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Os mesmos autores ressaltam que também deve ser dada atenção aos micronutrientes, principalmente boro, cobalto e molibdênio. O suprimento de N é realizado exclusivamente pela simbiose entre a planta e as estirpes da bactéria *Ensifer meliloti*, sendo essa uma vantagem da alfafa em relação a outras espécies forrageiras.

O estabelecimento de um alfafal é, segundo Oliveira e Oliveira (1999), a fase mais importante, pois a possibilidade de correção dos fatores de insucesso durante esse período é

mínima. A época de semeadura de alfafa é no outono (abril) ou na primavera (setembro), sendo a primeira época a mais adequada (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Para que se alcance boa produtividade e qualidade da forragem ao longo de todo o ano, o manejo da irrigação se faz necessário em algumas situações.

Os manejos de plantas daninhas, pragas e doenças são imprescindíveis para obtenção de rendimentos de forragem elevados. Entre as daninhas, se destaca a cascuta (*Cuscuta* spp.); entre as pragas, os pulgões são o grupo de maior importância aqui no Brasil; e quanto às doenças, as de origem fúngica são as que merecem maior destaque.

Rassini, Ferreira e Camargo (2008) descrevem assim as qualidades da alfafa:

A alfafa possui excelentes características agronômicas e qualitativas, tais como qualidade proteica, palatabilidade, digestibilidade, capacidade de fixação biológica de nitrogênio (N) no solo e baixa sazonalidade de produção; além disso, contém altos teores de vitaminas A, E e K, bem como a maioria dos minerais requeridos pelos animais produtores de leite e de carne, especialmente cálcio (Ca), potássio (K), magnésio (Mg) e fósforo (P).

As formas de fornecimento de alfafa aos animais são através de forragem conservada, na forma verde picada ou sob pastejo direto. As principais formas de conservação da forragem da alfafa são o feno, a silagem, o pré-secado e os péletes (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Na Argentina, a alfafa é utilizada em grande proporção sob pastejo; nos EUA, especialmente na forma de feno; e no Brasil, a forma mais difundida até o momento tem sido o feno, possivelmente pela facilidade de transporte e de comercialização (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008).

A pequena área ocupada com alfafa no Brasil pode ser explicada por algumas dificuldades encontradas em nosso país. Entre estas, destaca-se a limitada produção de sementes, a pequena disponibilidade de cultivares adaptadas aos trópicos, e o pequeno conhecimento, por parte de produtores, das exigências da cultura quanto à fertilidade do solo, ao controle de plantas daninhas e ao manejo da forragem e da irrigação (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008). Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo reunir informações encontradas na literatura sobre a cultura da alfafa (*Medicago sativa*), a fim de difundir conhecimentos sobre a mesma de maneira geral, com destaque para o seu cultivo, manejos e formas de utilização da forragem.

A metodologia de pesquisa utilizada foi através da internet, buscando encontrar livros, documentos técnicos e artigos na forma online, sempre observando a qualidade dos mesmos e de seus autores. A partir daí, procurou-se organizar o trabalho em uma sequência lógica. Primeiramente, foram trazidas informações sobre a origem, área cultivada, descrição

morfológica e fenologia, a fim do leitor entender a importância da cultura da alfafa e as características da planta. Em seguida, buscou-se trazer informações voltadas ao cultivo e manejo da alfafa, como cultivares, adubação, semeadura, doenças, pragas, momentos de corte ou pastejo, entre outros pontos. Por fim, deu-se prioridade às formas de uso da forragem, sempre exaltando as ótimas características forrageiras da cultura.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ORIGEM E DISSEMINAÇÃO

O centro de origem do gênero *Medicago* localiza-se ao noroeste do Irã e nordeste da Turquia, regiões que possuem invernos frios e verões secos e quentes, solos bem drenados e de pH próximo da neutralidade (MICHAUD, LEHMAN e RUMBAUGH, 1988, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020).

A alfafa ocorre de forma nativa na Ásia Menor e no Sul do Cáucaso, região essa composta por países como a Turquia, Síria, Iraque, Afeganistão, Paquistão e o território da Caxemira (BARCELLOS, 1990). Estima-se que desde 4000 anos a. C. a alfafa seja cultivada no Paquistão e, a 3000 e 2000 a. C., no Afeganistão e na Caxemira, respectivamente (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Por ser utilizada para a alimentação de cavalos, a alfafa teve importante papel no avanço das civilizações antigas (RODRÍGUEZ et al., 2020). A espécie foi introduzida na Europa por meio dos persas, isto a cerca de 490 anos a. C., chegando primeiramente à Grécia (SHIFINO-WITTMANN, 2008), país que foi o principal centro de propagação da cultura pelo mundo.

No século II a. C., ela chegou à Itália e se propagou em todo o Império Romano, sobretudo na Espanha, no norte da África e na França (RODRÍGUEZ et al., 2020). Segundo os mesmos autores, com a invasão dos bárbaros e a queda do Império Romano (fim do século IV), seu cultivo desapareceu no sul da Europa. Mais tarde, é possível que a alfafa tenha sido reintroduzida na Espanha e na França durante as conquistas árabes nos séculos VII e VIII, mas na França seu cultivo somente se efetivou em torno de 1550 (MICHAUD, LEHMAN e RUMBAUGH, 1988, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020).

Segundo Lesins e Lesins (1979, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020):

Na Alemanha e no norte da França, a hibridação da subespécie *sativa* com a subespécie *falcata* permitiu enorme evolução da alfafa. Esse híbrido se propagou em

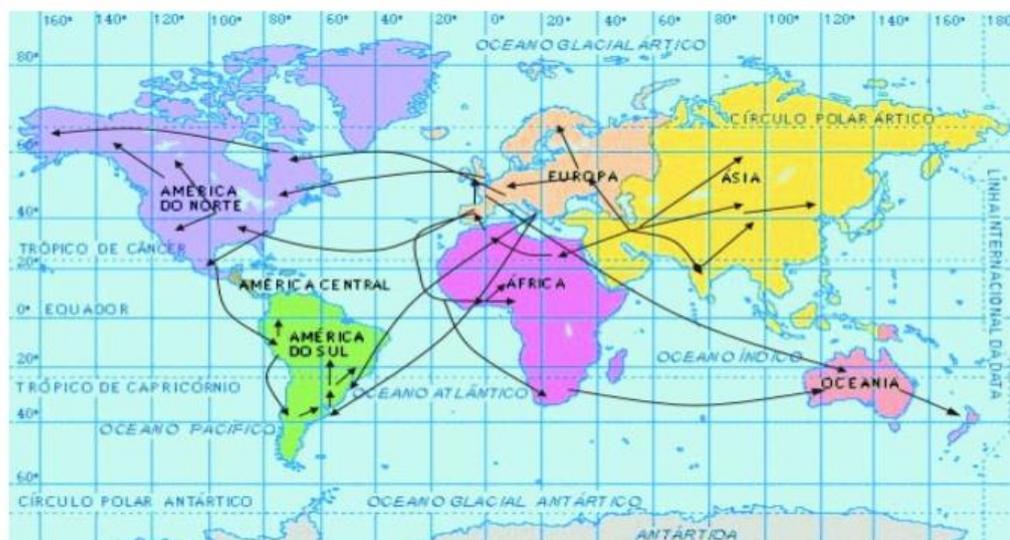
todo o centro e o norte da Europa, o que fez esta leguminosa se afastar de seu hábitat seco e quente para regiões mais frias.

Com o descobrimento das Américas, no século XVI, portugueses e espanhóis introduziram a alfafa no México e no Peru (RODRÍGUEZ et al., 2020). Nos Estados Unidos, provavelmente chegou através da fronteira mexicana, e na Argentina e no Chile, a partir do Peru (HIJANO e BASIGALUP, 1995, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). Foi nos EUA que a alfafa se expandiu de maneira mais extraordinária, sendo que há registro de trabalhos de melhoramento realizados entre 1903 e 1915, estes com ênfase principal em aspectos de resistência ao frio (RODRÍGUEZ et al., 2020).

“No Brasil, a alfafa chegou no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se difundiu aos demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná” (NUERNBERG, MILAN e SILVEIRA, 1992). “No Rio Grande do Sul, seu cultivo iniciou nos vales dos rios Caí, Taquari, Jacuí e Uruguai, e também nas encostas da serra do nordeste do Estado, onde foram instaladas colônias de imigrantes alemães e italianos” (SAIBRO, 1985, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). Neste contexto que surgiu a população de alfafa denominada atualmente de Crioula, resultado da ação conjunta da seleção natural e da seleção do homem, visto que os produtores colhiam sementes de alfafais de quatro ou cinco anos de idade, selecionando as plantas mais persistentes (OLIVEIRA, 1991, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020).

Em resumo, a origem e disseminação da alfafa pelo mundo é representada pela ilustração abaixo, adaptada de Del Pozo (1983, *apud* MOREIRA et al., 2007) (Figura 1).

Figura 1 – Disseminação da alfafa pelo mundo.



Fonte: DEL POZO (1983, *apud* MOREIRA et al., 2007)

2.2 ÁREA CULTIVADA

Devido ao seu potencial forrageiro e adaptação a diversas condições ambientais, a alfafa é uma das espécies forrageiras de maior importância mundial, com mais de 32 milhões de hectares de cultivo; sendo que os EUA, a Rússia, o Canadá e a Argentina são os principais países produtores (COMERON et al., 2015).

Na América Latina há pouco mais de 3,6 milhões de hectares cultivados com alfafa, com destaque para a Argentina, com aproximadamente 3,2 milhões de hectares, Chile, com 170 mil hectares, seguido por Peru e Uruguai com 120 mil e 70 mil hectares, respectivamente (INTERNATIONAL TRADE CENTER, 2017).

Na Argentina, principal país produtor de alfafa da América Latina, a cultura é destinada principalmente à produção de carne e de leite em sistemas de pastejo direto ou feno de alfafa (BASIGALUP, 2016). Dos 3,2 milhões de hectares, cerca de 60% é de cultivo exclusivo de alfafa destinado principalmente à produção de leite e feno; enquanto que o restante é de cultivo desta leguminosa consorciada com gramíneas temperadas para produção de carne (VILELA e JUNTOLLI, 2020). O pastejo direto em alfafa continua sendo a forma de uso mais importante no país (BASIGALUP, 2016).

No Brasil, a área com alfafa é tímida, próxima a 40 mil hectares, destacando-se na Região Sul pelo valor comercial como feno para abastecer haras; mas pode ser cultivada na maior parte do território nacional, destacando-se pela elevada produtividade, baixa estacionalidade de produção, excelente qualidade da forragem e boa aceitabilidade, com excelente potencial para produção de leite (VILELA e JUNTOLLI, 2020). Na Região Sudeste, mais recentemente tem sido utilizada para animais de alto valor genético em sistemas intensivos de produção de leite (VILELA et al., 2008).

Estima-se que cerca de 90% da área de alfafa do Brasil esteja no Paraná e no Rio Grande do Sul, sendo este último estado o maior produtor do País; todavia, a cultura tem se expandido para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, em áreas mais extensas e mais tecnificadas (BASIGALUP, 2016). Os fatores limitantes para o aumento do cultivo da alfafa no Brasil são o desconhecimento de tecnologias de cultivo, a baixa fertilidade do solo, o manejo inadequado, a baixa disponibilidade de sementes e a pouca disponibilidade de cultivares adaptadas às condições tropicais (COMERON et al., 2015). Associada a esses fatores, a falta de conhecimento sobre controle de plantas daninhas, de pragas e de doenças que ocorrem mais comumente nos trópicos contribui significativamente para o baixo cultivo dessa forrageira no Brasil (VILELA et al., 2008).

Na Região das Missões do Rio Grande do Sul o cultivo da alfafa ocorre há pelo menos 50 anos e, atualmente, possui a maior concentração de áreas de alfafa do estado, sendo cerca de 3 mil hectares distribuídos em doze municípios (OLIVEIRA et al., 2008). Os mesmos autores destacam que o município com maior área cultivada é Rolador (650 ha), seguido de 16 de Novembro (570 ha) e São Luiz Gonzaga (560 ha).

2.3 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

As plantas são compostas por diferentes estruturas que garantem sua sobrevivência, e a Morfologia Vegetal é a ciência que busca estudar cada uma delas. A alfafa pertence à família Fabaceae, popularmente conhecida como a família das leguminosas, sendo uma espécie herbácea perene de verão (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012).

2.3.1 Sementes e germinação

As sementes de alfafa possuem forma arredondada e coloração amarelada, porém, podem ser encontradas sementes de forma angular e de coloração que varia desde o verde-oliva a diferentes tonalidades de marrom (Figura 2) (RODRÍGUEZ et al., 2020). Conforme os mesmos autores, quando maduras, têm de 1 mm a 2 mm de comprimento, 1 mm a 2 mm de largura e 1 mm de espessura.

Figura 2 – Diferentes formas e cores das sementes de alfafa.



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

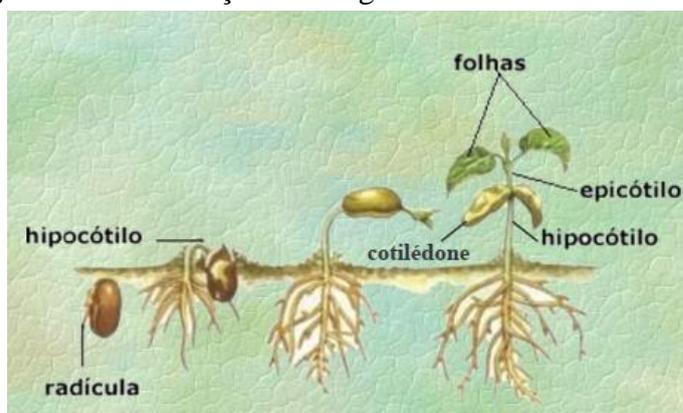
As sementes são formadas pelo hilo, tegumento externo (testa), embrião e endosperma. O hilo é a cicatriz que se forma quando a semente se desprende do fruto; o tegumento externo é a capa que circunda a semente e lhe confere proteção, além de conferir a

cor da semente; o embrião é o órgão que originará a futura plântula; e o endosperma é o tecido de reserva da semente (FERREIRA et al., 2008).

A germinação das sementes da alfafa, assim como das demais Fabaceae, é denominada de epígea. Após a absorção de água, o primeiro órgão que aparece é a raiz primária, que procura penetrar e se fixar no solo e, conseguido isso, a zona da raiz mais próxima à semente começa a crescer (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Essa região é denominada hipocótilo e, ao se prolongar, empurra a semente para cima da superfície do solo. Ressalta-se que o hipocótilo é a parte compreendida entre a raiz ramificada e os cotilédones; da primeira ramificação, para baixo, começa a raiz propriamente dita (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Os cotilédones, que funcionam como órgãos de reserva, ao se livrarem da casca e ficarem expostos à luz, tomam coloração verde e se tornam folhas provisórias (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Simultaneamente, começa a se desenvolver o botão do caule junto aos cotilédones (plúmula), dando origem às folhas propriamente ditas, sendo que a porção compreendida entre os cotilédones e a primeira folha denomina-se epicótilo, e da primeira folha para cima, caule (FERREIRA et al., 2008). Quando a planta torna-se maior, os cotilédones caem, deixando somente pequenas cicatrizes. Na Figura 3, segue uma ilustração descrevendo a germinação e emergência da alfafa.

Figura 3 – Germinação e emergência das sementes de alfafa.



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

Um detalhe sobre a alfafa é o fato de ser comum a presença de sementes com dormência, popularmente conhecidas como “sementes duras”, que são aquelas incapazes de se embeber de água, mesmo em condições ótimas de umidade, devido ao aumento da espessura das paredes das células que formam o tegumento externo (RODRÍGUEZ et al., 2020). A porcentagem de sementes duras, que pode ser alta no momento da colheita, diminui com o

tempo; e o melhor método para eliminar essa dormência é a escarificação mecânica (RODRÍGUEZ et al., 2020).

2.3.2 Raízes

O sistema radicular da alfafa normalmente é pivotante, podendo penetrar no solo em profundidades superiores a 9 metros (BARNES e SHEAFFER, 1995 *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). Rodríguez et al. (2020), de forma semelhante, relatam que se não existirem impedimentos no perfil do solo, a raiz pode alcançar de 2 m a 5 m de profundidade com dois a quatro anos de vida (Figura 4), o que possibilita à planta absorver água das camadas profundas do solo e confere à alfafa a reputação de espécie tolerante à seca.

Figura 4 – Sistema radicular da alfafa.



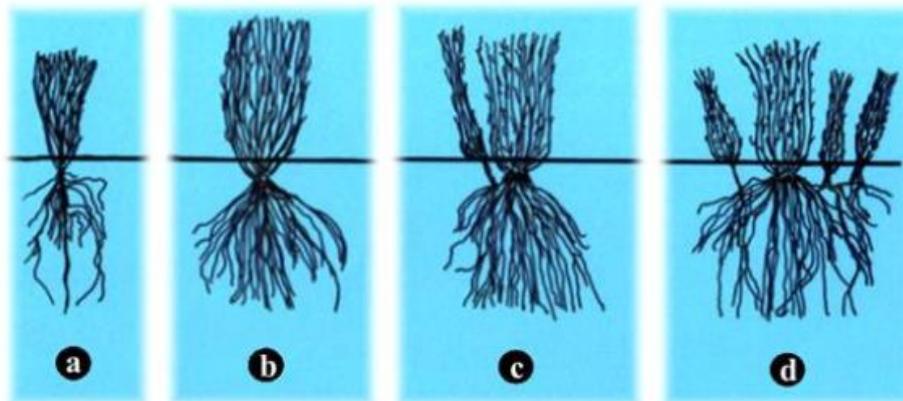
Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

Apesar do sistema radicular mais comum da alfafa ser pivotante, há cultivares que apresentam raízes do tipo ramificada, rizomatosa ou rasteira (GOPLIN et al., 1980 *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). A raiz pivotante está associada a cultivares de alfafa da espécie *Medicago sativa*, enquanto a presença de raízes ramificadas, rizomatosas ou rasteiras, estão associadas às espécies *M. falcata* e *M. varia* (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Conforme Ferreira et al. (2008), nas cultivares sem repouso invernal (Grau de Repouso Invernal - GRI 8-11), observa-se uma raiz pivotante sem muitas ramificações (Figura 5a). As cultivares com repouso invernal intermediário ou moderado (GRI 4-7)

costumam apresentar muitas raízes secundárias, conhecidas como ramificada (Figura 5b). Já as cultivares com acentuado repouso invernal (GRI 1-3) possuem gemas nas raízes laterais, das quais se originam hastes que, ao emergirem do solo, formarão brotações novas. Quando as gemas ativas são somente uma ou duas e as brotações se desenvolvem a pouca distância da planta original, essas raízes se denominam rizomatosas (Figura 5c); enquanto que, se as gemas ativas são várias e as brotações cobrem uma extensão grande, essa raiz se denomina rasteira (Figura 5d).

Figura 5 – Diferentes tipos de raízes da alfafa conforme o grau de repouso invernal das cultivares: raiz pivotante sem ramificações (a), raiz pivotante ramificada (b), raízes rizomatosas (c) e raiz rasteira (d).



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

Deve se destacar que o repouso invernal é uma característica genética da alfafa pela qual, em resposta à diminuição do fotoperíodo e às baixas temperaturas do outono-inverno, as plantas reduzem seu crescimento, o que permite a persistência em regiões de inverno rigoroso e o acúmulo de reservas para rebrotar na estação quente (McKENZIE, PAQUIN e DUKE, 1988, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). A caracterização do grau de repouso invernal é feita com base na altura de rebrota que se mede 25-30 dias após o último corte do outono, de acordo com uma escala que contempla incrementos de 5 cm entre os graus 1 (extremamente com repouso) a 11 (extremamente sem repouso), utilizando cultivares controle (TEUBER et al., 1998).

As cultivares com repouso (GRI 1-3) são adaptadas aos climas frios e concentram sua produção em meados/fim da primavera-verão, enquanto que as cultivares sem repouso (GRI 8-11) são menos subordinadas ao fotoperíodo e continuam seu crescimento, com temperatura acima de 5°C, ao passo que as cultivares com repouso intermediário (GRI 4-7) estão obviamente localizadas entre as duas extremidades (POOLE, PUTNAM e ORLOFF, 2003).

Marble (1986, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020) menciona que as cultivares GRI 1-3 não são afetadas pela geada, e as cultivares GRI 8-11 podem ser danificadas por temperaturas abaixo de -1°C , portanto, recomenda-se que as últimas sejam usadas em áreas temperadas e tropicais.

2.3.3 Haste e coroa

As hastes da alfafa são folhosas e saem da coroa da planta, próximo da superfície do solo, podendo atingir de 0,60 a 0,90 m de altura (Figura 6) (BALL, HOVELAND e LACEFIELD, 2007). O número de hastes depende da idade e do vigor da planta, podendo chegar a 20 hastes por planta, sendo que o crescimento destas é induzido pelo tipo de utilização da planta (pastejo ou corte) (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Figura 6 – Haste da alfafa.



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

A parte aérea da alfafa é composta por dois tipos de hastes que diferem quanto ao local de origem, sendo que da região da coroa surgem hastes basilares, oriundas de gemas adventícias, e da axila das folhas são formadas hastes superiores (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2000). Conforme os mesmos autores, o crescimento da haste é normalmente indeterminado e o ápice continua a diferenciar os órgãos vegetativos e florais até a senescência da haste ou sua remoção.

As cultivares sem repouso invernal (GRI 8-11) apresentam hastes de porte ereto, enquanto que as cultivares de repouso intermediário (GRI 4-7) possuem porte semi-ereto e as de repouso acentuado (GRI 1-3) possuem porte prostrado (FERREIRA et al., 2008).

Ressalta-se que a coroa é uma estrutura armazenadora de substâncias de reserva e local de gemas, de onde surgirão novas brotações; e que ela é formada aproximadamente aos 4 meses de idade das plantas (Figura 7) (FERREIRA et al., 2008).

Figura 7 – Coroa da alfafa no seu início de formação.



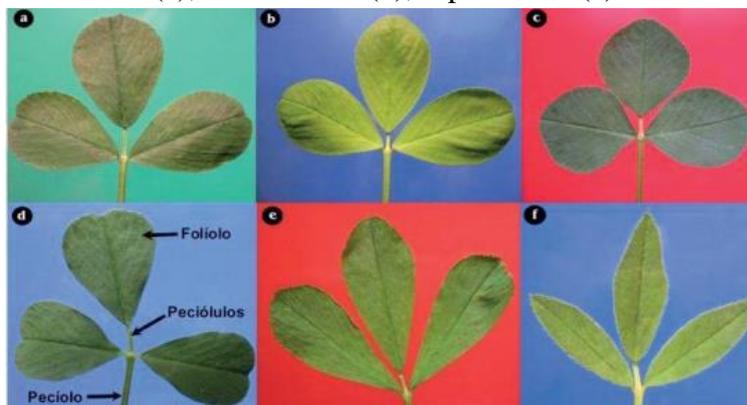
Fonte: FERREIRA et al. (2008)

Em geral, as cultivares sem repouso invernal têm coroas pequenas e compactas, enquanto que aquelas de maior repouso invernal tendem a ter coroas mais longas e abertas (RODRÍGUEZ et al., 2020). Segundo os mesmos autores, diversos fatores, como a densidade de plantas, o tipo de solo, o ataque de pragas e de doenças, o pisoteio pelos animais ou o dano de máquinas, podem influenciar grandemente nas características da coroa.

2.3.4 Folhas

As folhas da alfafa são trifolioladas, compostas de folíolos geralmente oblongos e se unem à haste pelo pecíolo (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Somente o primeiro par de folhas é unifoliolado e de forma orbicular. Podem ser encontrados também folíolos obovados, arredondados, cordiformes, espatulados e lineares (Figura 8) (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Figura 8 – Formas de folíolo em folhas trifoliadas de alfafa: obovado (a), oblongos (b), arredondados (c), cordiformes (d), espatulados (e) e lineares (f).



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

Usualmente a borda dos folíolos é dentada somente no terço superior (RODRÍGUEZ et al., 2020). Segundo Léo et al. (2008), as folhas são originadas no ápice das hastes ou nas gemas laterais localizadas nas mesmas, e se dispõem ao longo do eixo da haste em forma alternada. Na formação das folhas se observam as estípulas, que são apêndices delgados semelhantes a pequenas folhas situadas na base do pecíolo e aderidas a seus lados; sendo estas normalmente laciniadas (Figura 9a), mas também existem as lisas (Figura 9b) (RODRÍGUEZ et al., 2020).

Figura 9 – Tipos de estípulas observadas em folhas de alfafa: lancinadas (a) e lisas (b).



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

Conforme Rodríguez et al. (2020), a nervura central do folíolo é proeminente e se estende ao longo da lâmina; e dela partem outras nervuras laterais pinadas, que se subdividem e formam uma rede. Os mesmos autores relatam que as nervuras são mais notáveis na face abaxial (inferior) do folíolo, que é pubescente; e que a observação microscópica da folha indica que os estômatos são mais numerosos na face superior e no ápice do folíolo.

2.3.5 Flor e polinização

As flores da alfafa possuem coloração em tons de azulado a violáceo, em racemos de 15 a 30 cm, encontrando-se poucas flores em muitas partes (Figura 10) (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Léo et al. (2008) reforça essas informações, salientando que a inflorescência da alfafa é em racemos axilares, com 5 a 15 flores cada e de cor púrpura a violácea.

Figura 10 – Flores de alfafa.



Fonte: MONTSE (2014)

Segundo Rodríguez et al. (2020), a flor da alfafa é completa, sendo formada pelo cálice, corola, estames e gineceu. O cálice consta de cinco sépalas soldadas que formam um tubo, com cada sépala terminando em um lóbulo ou dente. Já a corola é formada por cinco pétalas diferentes: o estandarte, que é a pétala superior e a maior das cinco; as asas, que são duas pétalas menores situadas ao lado do estandarte; e a quilha, que está envolvida pelas asas e que se forma por duas pétalas soldadas, localizadas mais internamente.

Os estames são dez e estão divididos em dois grupos: um grupo constituído por nove estames, unidos pela base, e outro, formado pelo décimo estame, que está livre e mais perto do estandarte; e esta disposição, chamada de diadelfia, indica que os estames da alfafa são diadelfos (RODRÍGUEZ et al., 2020). Segundo os mesmos autores, os filamentos dos nove estames unidos têm comprimento diferente e, ao se fundirem para formar o tubo, alternam-se os compridos com os curtos. Pelo interior do tubo que forma passa o estilo, que termina em um estigma rodeado pelas anteras dos estames fundidos; e o gineceu apresenta um carpelo,

que se desenvolve em ovário, possuindo estilo e estigma bem definidos (DEL POZO IBAÑEZ, 1977, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020).

A polinização das flores de alfafa somente é possível quando, ao se separarem as asas por meio de um processo denominado de desenlace floral, a coluna estaminal libera e expõe o estigma ao contato com o pólen (Figura 11) (RODRÍGUEZ et al., 2020). Conforme os mesmos autores, o movimento brusco produzido ao se libertar a coluna estaminal provoca a abertura das anteras maduras e, conseqüentemente, a disseminação dos grãos de pólen. Diversos mecanismos naturais podem provocar o desenlace floral, tais como a ação de insetos e as variações de temperatura, de umidade e de velocidade do vento; além do próprio homem, que pode provocar este mecanismo artificialmente, por meio de movimentos com as mãos ou com diversos instrumentos (FERREIRA et al., 2008).

Figura 11 – Desenvolvimento floral da alfafa: flor fechada (a) e flor aberta (b).



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

A flor pode fecundar-se com seu próprio pólen (autogamia) ou com o pólen de outra flor (alogramia); todavia, a alfafa é uma espécie de fecundação preponderantemente alógama, favorecida por mecanismos naturais de autoincompatibilidade e de autoesterilidade (VIANDS, SUAN e BARNES, 1988).

Em condições naturais, a polinização da alfafa é entomófila e feita principalmente pela ação de abelhas e besouros, sendo que quando os insetos pousam na flor para coletar o néctar e/ou pólen, a pressão que eles exercem é suficiente para provocar o desenlace floral (FERREIRA et al., 2008). Como os insetos visitam flores de várias plantas em forma sucessiva, seu abdômen está sempre carregado de pólen de diferentes plantas, o que assegura a alogamia; e estima-se que cerca de 85% a 95% das flores são fecundadas por este mecanismo (DEL POZO IBAÑEZ, 1977, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020).

2.3.6 Fruto

O fruto da alfafa classifica-se como monocarpelar, seco e indeiscente, sendo uma vagem espiralada com tamanho e número de sementes dependendo do tipo de fecundação (Figura 12); mas sabe-se que a fecundação cruzada produz maiores frutos (MONTEIRO, 1999). Fontaneli, Santos e Fontaneli (2012) destacam que os legumes são espiralados e têm de 2 a 5 sementes, com as mesmas alinhadas na fileira ventral.

Figura 12 – Evolução do fruto da alfafa, pouco depois da fecundação da flor (em cima, à esquerda) até a vagem madura com várias espiras (abaixo, à direita).



Fonte: RODRÍGUEZ *et al.* (2020)

Rodríguez *et al.*, (2020) informam que a bainha, devido ao seu encurvamento, desenvolve uma espiral que geralmente possui uma espira com autofecundação e de três a cinco espiras com fecundação cruzada; e que a direção da espira pode ser dextrógira (em sentido horário) ou levógira (em sentido anti-horário).

2.4 FENOLOGIA

Ter ciência da fenologia das plantas cultivadas é fundamental para orientar as ações de manejo realizadas, e com a alfafa não é diferente. Neste contexto, Kalu e Fick (1981), baseado na altura das plantas e na presença/ausência de distintos órgãos nas hastes, definiram 10 (0 a 9) estádios de maturação da alfafa: três vegetativos, dois de botão floral, dois da floração e três da frutificação. Abaixo, na Figura 13, segue uma imagem destacando alguns destes estádios.

Figura 13 – Detalhe das plantas de alfafa no estágio 0 (a), estágio 4 (b), estágio 6 (c) e estágio 9 (d) de desenvolvimento.



Fonte: RODRÍGUEZ et al. (2020)

Embora esta classificação seja uma forma simples de determinar o momento adequado de utilização da forragem, ela não considera as mudanças de qualidade que se sucedem ao longo das distintas fases de crescimento, em que o ambiente e a fisiologia das plantas influenciam a qualidade da forragem (FICK e MUELLER, 1989, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). Assim, sua utilização deve ser feita com cautela.

2.5 CULTIVARES

Países com maior tradição no cultivo da alfafa, tais como EUA, Canadá e Argentina dispõem de um número elevado de cultivares, adaptadas aos diferentes ambientes para os quais foram selecionadas; enquanto que o Brasil tem a maior parte da área cultivada por variedades oriundas da população Crioula (FERREIRA et al., 2015). A população Crioula é resultante de um processo conjunto de seleção realizado pelo homem e pela natureza, ocorrido no Rio Grande do Sul a partir da introdução e cultivo da alfafa proveniente do Uruguai e da Argentina nos vales dos rios Caí, Taquari, Jacuí, Uruguai e nas encostas da Serra, iniciado por volta de 1850 (SAIBRO, 1985, *apud* RODRÍGUEZ et al., 2020). As principais variedades oriundas da população Crioula de que se tem conhecimento são: Crioula CRA, Crioula Itapuã, Crioula na Terra, Crioula Nativa, Crioula Ledur, Crioula Roque, Crioula Chile e Crioula UFRGS (KÖPP, PEREIRA e FERREIRA, 2011).

A superioridade das cultivares derivadas da população Crioula foi comprovada por ensaios realizados na ESALQ/USP em Piracicaba (SP), onde essas cultivares apresentaram produção de matéria seca de forragem variando de 25 a 30 toneladas.ha.ano⁻¹, com baixa estacionalidade, alta fixação biológica de nitrogênio atmosférico e eficiência de uso da água (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008).

Cultivares de alfafa oriundas da população Crioula caracterizam-se por não apresentar queda de folhas durante o seu desenvolvimento, o que resulta em maior acúmulo de reservas nas raízes e na coroa, proporcionando rebrota intensa e vigorosa (KÖPP, PEREIRA e FERREIRA, 2011). Além disso, por ser uma cultivar sem dormência hiberna, apresenta crescimento ativo durante o outono e o inverno (NUERNBERG et al., 1992). A população Crioula apresenta hábito de crescimento ereto, característica interessante para fenação, finalidade para a qual tem sido mais cultivada no Brasil, bem como variação de tipos de planta persistentes, ideal para pastejo (FAVERO, 2006).

A introdução e a avaliação de cultivares já melhoradas em nosso país é uma estratégia interessante, sendo que entre as cultivares introduzidas de outros países, apenas a Monarca SP INTA, a Super Leiteira, a Trifecta, a WL-325 HQ e a WL-525 HQ estão inscritas no Registro Nacional de Cultivares, do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (BRASIL, 2023); e, portanto, podem ter suas sementes comercializadas no Brasil. Atualmente, fora as cultivares já citadas, no Registro Nacional ainda tem-se as cultivares denominadas de Alfafa, BRS Tropluz, CUF 101 e KF 911 (BRASIL, 2023). Entretanto, segundo informações de Köpp, Pereira e Ferreira (2011), a cultivar Crioula continua sendo a mais semeada no país. Informações mais atualizadas não foram encontradas, mas estima-se que esta cultivar continua sendo a mais cultivada em território nacional.

2.6 CULTIVO DA ALFAFA

2.6.1 Escolha da área

A escolha da área é uma etapa muito importante para o sucesso da cultura da alfafa. O ideal é que a área seja plana, com solo de textura média, profundo, com boa drenagem, sem camada de impedimento (compactação) e com boa fertilidade natural, com altos níveis de matéria orgânica e com facilidades de irrigação, observando-se, principalmente, proximidade e quantidade de água (RASSINI et al., 2015). Segundo Moreira, Bernardi e Rassini (2008), a alfafa não tolera excesso de umidade, o que impede o desenvolvimento das bactérias fixadoras de N (*Ensifer meliloti*) e propicia o aparecimento de doenças radiculares.

Outro detalhe é que a alfafa apresenta autotoxicidade, ou seja, não é possível realizar a sua semeadura por determinados períodos em uma área em que ela já foi cultivada anteriormente (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 1999).

2.6.2 Correção do solo

A alfafa é bastante sensível à acidez do solo, exigindo solos com pH em água entre 6,0 e 6,5 (RHYKERD e OVERDAHL, 1972, *apud* MOREIRA et al., 2007). Isto é relatado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) – Núcleo Regional Sul (2016), tendo a cultura um pH de referência 6,5.

Segundo Moreira, Bernardi e Rassini (2008), a alfafa é provavelmente a cultura que remove as maiores quantidades de Ca e de Mg e, dentre as leguminosas, talvez a mais exigente em termos de pH do solo. Honda e Honda (1990) ressaltam que, para cada 20 ton.ha⁻¹ de feno de alfafa produzidos, há a remoção de 224 kg.ha⁻¹ de Ca e 45 kg.ha⁻¹ de Mg.

Quanto ao nível crítico da porcentagem de saturação de Al no solo (m%), a alfafa tem seu desenvolvimento limitado em valores acima de 15%, valor superado apenas pelo algodoeiro (CARVALHO, ASSIS e MOREIRA, 1994). Outro problema causado pela elevada acidez do solo é que a bactéria simbiótica *Ensifer meliloti*, específica para a cultura, tem a eficiência na fixação de nitrogênio prejudicada em pH abaixo de 6,8 (HONDA e HONDA, 1990).

A respeito da análise de solo, deve-se realizar a amostragens nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade, cada amostra contendo aproximadamente 20 subamostras por gleba homogênea (BERNARDI, MOREIRA e FERREIRA, 2020). Segundo Oliveira e Léo (2008), a eliminação de toxidez de alumínio e o fornecimento de cálcio em profundidade é importante para permitir o bom desenvolvimento do sistema radicular em alfafa.

Para o estado do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a SBCS – Núcleo Regional Sul (2016) recomenda que a calagem seja feita quando o valor do pH da amostra de 0 a 20 cm seja inferior a 6,0. Recomenda também que a dose do calcário seja a quantidade necessária para elevar o pH até 6,5, e que esse corretivo seja incorporado na camada de 0 a 20 cm. Além disso, salienta que, se na renovação da forrageira a análise de solo indicar a necessidade de calcário, este deve também ser incorporado na camada de 0 a 20 cm.

Para a região Sudeste do Brasil, pode-se corrigir o solo através da saturação de bases, sendo que para a alfafa a saturação buscada deve ser de 80% ($V = 80\%$) (BERNARDI, MOREIRA e FERREIRA, 2020). A dose de calcário necessária é calculada por meio da expressão $NC = CTC \times (V2 - V1) / PRNT$, em que NC é a necessidade de calagem em ton.ha⁻¹, CTC é a capacidade de troca de cátions em mmol.dm⁻³, V2 é a saturação de bases do solo a ser atingida (para a alfafa é de 80%), V1 é o valor atual de saturação por bases do solo e

PRNT é o poder relativo de neutralização total que vem especificado no corretivo a ser aplicado (MOREIRA, BERNARDI e RASSINI, 2008).

Seguindo a recomendação de Moreira, Bernardi e Rassini (2008), deve-se, inicialmente, aplicar metade da dose calculada de calcário (dar preferência ao calcário com Mg >12%) e, posteriormente, com o solo seco, destruir as camadas de adensamento e/ou compactação do solo por meio de um subsolador. Em seguida, deve-se promover uma aração profunda, invertendo a leiva para colocar o corretivo em camadas mais profundas do solo. Sobre essa terra arada, deve-se aplicar a metade restante do calcário e, em seguida, promover de duas a três gradagens, até que se obtenha um solo bem destorroado. Antes da última gradagem, devem-se aplicar a lanço os adubos de manutenção da cultura (P, K e micronutrientes).

Após o estabelecimento da cultura, se a análise de solo indicar novas correções de acidez, estas podem ser realizadas em superfície (OLIVEIRA e LÉDO, 2008).

2.6.3 Adubação e sintomas de deficiência de nutrientes

A utilização de fertilizantes deve basear-se nos resultados obtidos na análise de solo e de planta, com aplicação dos conhecimentos obtidos nos estudos de correlação entre as quantidades extraídas do solo pelas plantas e o teor foliar (FONTES, VILELA e MARTINS, 1994). As doses dos insumos são baseadas na quantidade do elemento absorvido pelas plantas, porém, diversos fatores, tais como estágio de crescimento, conteúdo de água no solo, densidade de plantio, temperatura, tipo de solo, teor de matéria orgânica e estação do ano podem influenciar a eficiência de resposta da alfafa à aplicação de fertilizantes (HIJANO e NAVARRO, 1995).

Um alfafal de alta produtividade, com mais de 20 ton.ha⁻¹ de matéria seca ao ano, pode extrair mais de 600 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg.ha⁻¹ de fósforo, 450 kg.ha⁻¹ de potássio, 250 kg.ha⁻¹ de cálcio, 40 kg.ha⁻¹ de magnésio e 50 kg.ha⁻¹ de enxofre por hectare por ano (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Essas quantidades de nutrientes devem ser repostas durante o período de um ano, lembrando-se que para alguns nutrientes há necessidade de parcelamento para melhor eficiência de uso. Já Werner et al. (1996) retratam que a alfafa extrai, para cada 20 toneladas de matéria seca, 400 kg de N, 133 kg de P₂O₅ e 678 kg de K₂O.

Além dos macronutrientes, a cultura da alfafa exige especial atenção com os níveis dos micronutrientes, principalmente boro, cobalto e molibdênio (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Segundo os mesmos autores, outros micronutrientes como ferro, zinco, cobre e manganês

também são importantes porque são gradativamente indisponibilizados com o aumento do pH do solo que é requerido pela cultura.

O suprimento de N para alfafa é realizado exclusivamente pela simbiose entre a planta e as estirpes da bactéria *Ensifer meliloti* (RASSINI, 2000). É fundamental adquirir sementes já inoculadas com estirpes de *E. meliloti*, mas se não houver essa disponibilidade, pode-se realizar o processo de inoculação até um dia antes da semeadura (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008).

A recomendação oficial para o Estado de São Paulo caracteriza a alfafa como uma planta forrageira de uso intensivo e que não necessita a aplicação de N em nenhuma fase do desenvolvimento da cultura, desde que a inoculação seja bem feita (WERNER et al., 1996). A SBCS – Núcleo Regional Sul (2016) recomenda o mesmo, que seja feita a inoculação das sementes da alfafa com *Ensifer meliloti*; mas destaca que caso for constatada a ineficiência da inoculação, pode-se aplicar de 20 a 40 kg.ha⁻¹ de N após cada corte, dependendo do desenvolvimento da cultura.

Conforme Rassini et al. (2015), a quantidade de P para a alfafa é baseada em resultados de análise química do solo, mantendo-se o seu nível em 20 mg.dm⁻³. Se, por exemplo, a análise revelar resultado de P (resina) = 17 mg.dm⁻³, o solo deverá ser corrigido em 3 mg.dm⁻³, aplicando-se 30 kg de P₂O₅ ha⁻¹, pois, para cada mg.dm⁻³, é necessário aplicar 10 kg de P₂O₅.ha⁻¹. Essa aplicação é realizada no estabelecimento da cultura e uma vez por ano, quando necessário (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008).

De acordo com Werner et al. (1996), a recomendação para o Estado de São Paulo é de 150, 130, 100 e 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ na implantação, quando os níveis de P extraído por resina forem de 0 a 6 mg.dm⁻³, 7 a 15 mg.dm⁻³, 15 a 40 mg.dm⁻³ e maior do que 40 mg.dm⁻³, respectivamente; e a recomendação da adubação de reposição deve variar de 40 a 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, dependendo do teor de P no solo.

Em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, segundo Tedesco et al. (2004), dependendo do teor de P no solo, as doses recomendadas variam de 50 a 180 kg.ha.ano⁻¹ de P₂O₅ no plantio e são da ordem de 110 kg.ha.ano⁻¹ na adubação de manutenção. Segundo a SBCS – Núcleo Regional Sul (2016), conforme os níveis de P do solo, as doses de P₂O₅ recomendadas variam de 85 a 195 kg.ha.ano⁻¹ para rendimentos de matéria seca de 12 ton.ha.ano⁻¹.

O potássio (K) é o mineral mais requerido pela alfafa, sendo também o mais negligenciado em termos de recomendação de adubação (RASSINI et al., 2015). Assim, segundo os mesmos autores, recomenda-se manter o nível de K em valores próximos a 5% da

CTC do solo. Segundo Werner et al. (1996), a recomendação oficial para a alfafa no Estado de São Paulo é de 130, 100, 60, 50 kg.ha⁻¹ de K₂O no momento da implantação da cultura quando os níveis de K no solo estiverem entre 0 e 0,7; 0,8 e 1,5; 1,6 e 3,0 e acima de 3,0 mg.dm⁻³, respectivamente. Os mesmos autores recomendam aplicar 60 kg.ha⁻¹ de K₂O por ocasião da semeadura e o restante em cobertura, de 30 a 40 dias após o plantio; e a adubação de manutenção recomendada, aplicada após cada corte, varia de 15 a 35 kg de K₂O por tonelada de matéria seca, em função do teor de K no solo.

Para o Estado de Minas Gerais, Evangelista e Reis (1995) recomendam a aplicação de 300 a 400 kg.ha⁻¹ de K₂O no plantio e de 400 kg.ha⁻¹ de K₂O na adubação de reposição. Já no caso do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, de acordo com Tedesco et al. (2004), a recomendação da adubação potássica é de 460, 420, 380, 340, 300 e menor que 300 kg.ha⁻¹ de K₂O para os seguintes teores: menos de 20, 21 a 40, 41 a 60, 61 a 80, 81 a 120 e mais de 120 mg.dm⁻³ de solo. Nas condições edafoclimáticas da região Sul, a adubação de reposição de 400 kg.ha⁻¹ de K₂O deve ser parcelada em duas aplicações, um terço no outono e dois terços na primavera.

Novamente para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, numa recomendação mais atualizada, a SBCS – Núcleo Regional Sul (2016) recomenda a aplicação de 250 a 400 kg.ha.ano⁻¹ de K₂O conforme os níveis de K do solo para rendimentos de matéria seca de 12 ton.ha.ano⁻¹. A recomendação é que essa adubação seja parcelada, um terço no outono e dois terços na primavera; mas em casos de solos com CTC classificada como baixa, o parcelamento deve se dar em três vezes: um terço no início do outono, um terço no início da primavera e um terço no início do verão.

Em decorrência da extração elevada de K pela cultura, há necessidade de realizar adubação em cobertura, e doses de 100 kg de K₂O.ha⁻¹ após cada corte têm sido suficientes para que sejam obtidos rendimentos altos de forragem (BERNARDI et al., 2013).

A alfafa é uma cultura relativamente exigente em enxofre (S) (NUERNBERG, MILAN e SILVEIRA, 1990). Moreira, Carvalho e Ervangelista (1997) recomendam “para os solos de cerrado do sul de Minas Gerais, a aplicação de 200 kg.ha⁻¹ de S por ocasião do plantio da alfafa.” Werner et al. (1996) recomenda “para o Estado de São Paulo, a quantidade de 50 kg.ha⁻¹ de S na época de plantio, e de 4 kg.ha⁻¹ de S por tonelada de matéria seca produzida, na adubação de reposição.” No caso do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, levando em conta o teor presente no solo e o que é exportado pela cultura, podem ser usadas doses próximas a 30 kg.ha.ano⁻¹ de S (NUERNBERG, MILAN e SILVEIRA, 1990).

Para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a SBCS – Núcleo Regional Sul (2016) destaca que a aplicação periódica, a cada dois anos, de 60 a 80 kg.ha⁻¹ de S é suficiente para atender a demanda da cultura.

A respeito de micronutrientes, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni e Zn são essenciais para a alfafa, porém exigidos em menores quantidades que os macronutrientes (RASSINI et al., 2015). Conforme Moreira, Bernardi e Rassini (2008):

Resultados obtidos pela Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, evidenciaram que a aplicação de 40 kg.ha.ano⁻¹ de FTE BR 12 (9% de Zn; 1,8% de B; 0,8% de Cu; 3,0% de Fe; 2,0% de Mn e 0,1% de Mo) foram suficientes para que a planta não apresentasse sintomas de deficiência desses elementos.

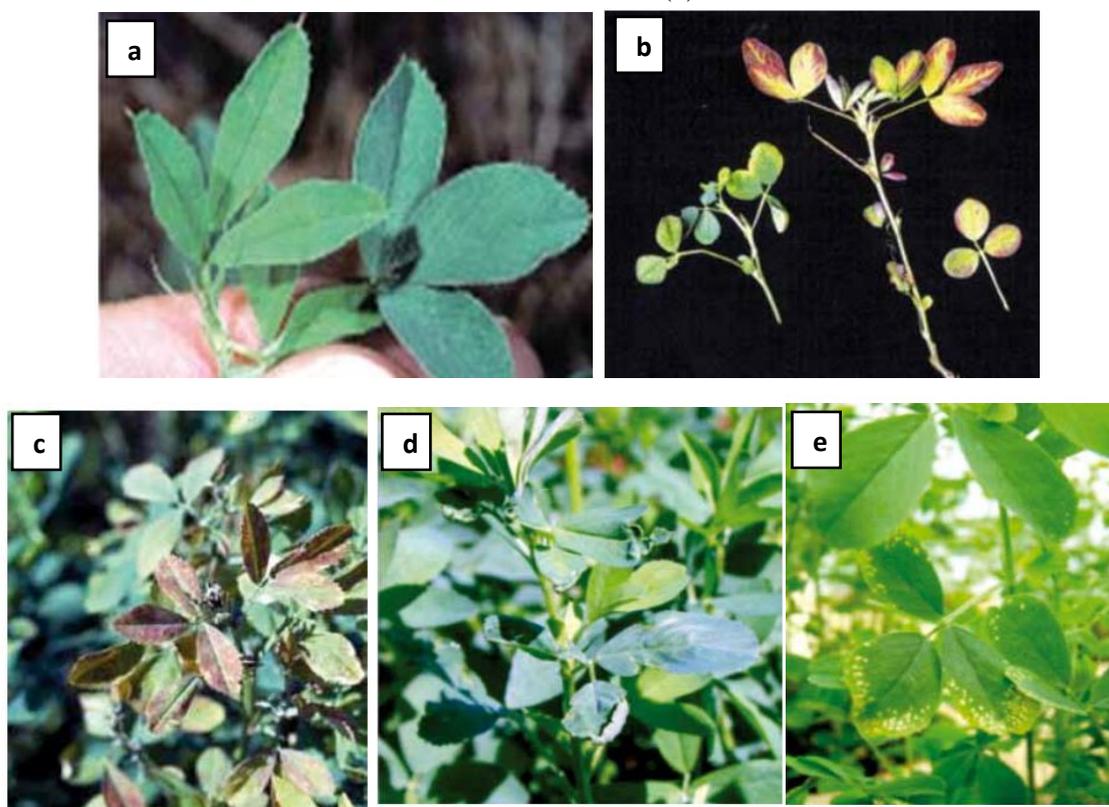
Para os estados de Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, a SBCS – Núcleo Regional Sul (2016) recomenda a aplicação via solo de 2,5 kg.ha⁻¹ de B antes da semeadura, preferencialmente incorporado, repetindo esta dose anualmente no início da primavera, a lançar em superfície; e destaca que, pela alfafa ser uma cultura perene, fontes de B menos solúveis podem ser utilizadas.

Werner et al. (1996), para o estado de São Paulo, recomenda as seguintes doses de micronutrientes para a alfafa no momento do plantio: 3 a 5 kg.ha⁻¹ de Zn, equivalentes a 15 a 25 kg.ha⁻¹ de sulfato de zinco; 1 a 3 kg.ha⁻¹ de Cu, equivalentes a 7,7 a 23 kg.ha⁻¹ de sulfato de cobre e 1 a 1,5 kg.ha⁻¹ de B, equivalentes a 9 a 13,3 kg.ha⁻¹ de bórax.

No estabelecimento da cultura, torna-se interessante o uso de micronutrientes em tratamento de sementes, principalmente para atender às necessidades de cobalto e molibdênio, importantes para a fixação biológica do nitrogênio (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Os mesmos autores reforçam que, em alfafais de alta produção, a fertilização foliar tem sido usada para auxiliar no fornecimento de micronutrientes, especialmente boro, cobalto e molibdênio. Bernardi, Moreira e Ferreira (2020) destacam que, caso as plantas de alfafa não alcancem o vigor e a produtividade esperada, sugere-se realizar adubação foliar com micronutrientes a cada três ciclos de corte ou pastejo.

A diagnose visual pode ser a primeira etapa do diagnóstico nutricional, a ser confirmado pela análise de solo e de tecidos (BERNARDI, MOREIRA e FERREIRA, 2020). Os sintomas de deficiência de N são folhas com tonalidade verde-clara a amarela (Figura 14a); de P são folhas verde azulada, podendo ficar vermelho ou purpúreo em caso severo (Figura 14b); de K são folhas com pontos esbranquiçados nas bordas (Figura 14c); de B são folhas roxas, ocorrendo encurtamento da haste principal (Figura 14d); e de Cu são folhas novas com curvatura para cima (Figura 14e) (RASSINI et al., 2015).

Figura 14 – Sintomas de deficiência de nutrientes em alfafa: deficiência de N (na folha da esquerda) (a), deficiência de P (b), deficiência de K (c), deficiência de B (d) e deficiência de Cu (e).



Fonte: Adaptado de RODRIGUEZ et al. (2020)

De acordo com Moreira, Bernardi e Rassini (2008) e Werner et al. (1996), as faixas adequadas de nutrientes na parte aérea que permitem que o maior potencial produtivo da alfafa seguem na Tabela 1.

Tabela 1 – Faixas adequadas de nutrientes na parte aérea da alfafa.

Macronutrientes (g.kg⁻¹)					
N	P	K	Ca	Mg	S
26 a 35	2,5 a 3,5	20 a 40	10 a 20	2 a 6	1,2 a 1,4
Micronutrientes (mg.kg⁻¹)					
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
46 a 60	11 a 14	124 a 220	60 a 82	1,1 a 4,0	42 a 83

Fonte: Adaptado de MOREIRA, BERNARDI e RASSINI (2008) e WERNER et al. (1996)

2.6.4 Inoculação das sementes

A alfafa é uma planta capaz de estabelecer simbiose com rizóbios e fixar o N proveniente do ar (N₂). Rizóbio, de forma genérica, é o termo utilizado para designar um grupo de bactérias de diferentes famílias capazes de induzir a formação de estruturas radiculares, os nódulos, em raízes de plantas da família Fabaceae e onde ocorre o processo de fixação biológica de nitrogênio (FBN) (SOARES, MICHEL e ZILLI, 2020). Os mesmos autores destacam que a FBN pode fornecer aproximadamente 200 kg por ha.ano⁻¹, quantidade suficiente para assegurar o suprimento de nitrogênio à cultura e dispensar a aplicação de adubos nitrogenados.

Oliveira e Lédo (2008) destacam que os seguintes fatores podem afetar o sucesso da FBN na alfafa:

- **Acidez do solo** - assim como as plantas da alfafa, o *Ensifer meliloti* é sensível a solos ácidos;
- **Temperatura do solo** - temperaturas diurnas de 20 a 32 °C são ótimas para a nodulação, funcionamento da simbiose e crescimento das plantas;
- **Umidade** - a água é um importante fator para o transporte das bactérias pelo solo, porém o excesso de umidade impede a aeração do solo, diminuindo a retirada de nitrogênio do ar;
- **Compactação** - solos compactados ou inundados inibem o desenvolvimento das raízes, diminuindo a eficiência do processo de nodulação;
- **Disponibilidade de nitrogênio** - o excesso de N no solo impede a formação da simbiose, porque é mais fácil para a planta extrair esse nutriente do solo sem ter que dar nada em troca, do que no processo de simbiose com a bactéria em que a planta tem que fornecer fotoassimilados;
- **Uso de herbicidas, inseticidas e fungicidas** - o uso de defensivos agrícolas utilizados para controlar pragas, plantas daninhas e doenças pode provocar efeitos negativos sobre a população das bactérias diazotróficas no solo.

As espécies bacterianas atualmente reconhecidas como nodulantes eficientes do gênero *Medicago* pertencem ao gênero *Ensifer*, que também já foi conhecido como *Sinorhizobium* e *Rhizobium* (EARDLY et al., 2017). A alfafa, por sua vez, estabelece simbiose apenas com estirpes das espécies *Ensifer mediacae* e *E. meliloti*, sendo esta última o principal microssimbionte desta espécie no mundo (RAMÍREZ-BAHENA et al., 2015).

No Brasil, três estirpes de rizóbio vêm sendo utilizadas para inoculação da alfafa: SEMIA 116, SEMIA 134 e SEMIA 135 (SOARES, MICHEL e ZILLI, 2020). Conforme os mesmos autores, a SEMIA 116 (USDA 1038) foi introduzida visando à produção de inoculantes; enquanto que as duas outras estirpes foram obtidas a partir de isolamentos de nódulos de alfafa cultivada com solo do Rio Grande do Sul.

Nos solos tropicais, que não possuem o rizóbio específico para alfafa (*Ensifer meliloti*), torna-se indispensável a inoculação das sementes antes da semeadura, o que permite a introdução de estirpes mais eficientes, sem a concorrência de estirpes nativas (OLIVEIRA e LÉDO, 2008).

O processo de inoculação das sementes é decisivo para uma boa nodulação. Soares, Michel e Zilli (2020) comentam que há diversas formas de inocular as sementes de alfafa, sendo que devido ao tamanho reduzido de suas sementes, uma dose de inoculante turfoso de 50g contendo uma concentração de células bacterianas na ordem de 10^9 células por g de produto é suficiente para inocular em torno 2 kg de sementes.

Seguindo a recomendação de Soares, Michel e Zilli (2020), a primeira etapa do processo consiste em preparar uma solução com 10% de açúcar para umedecer a superfície das sementes e promover a aderência do inoculante. Em um recipiente com 100 mL de água, colocar uma colher de sopa de açúcar de cozinha e dissolver bem, usando 30 mL desta solução para cada kg de semente. Em seguida, umedecer de forma homogênea as sementes e aplicar o inoculante turfoso na proporção indicada acima (50 g para cada 2 kg de semente), misturando bem. Depois, espalhar as sementes em um lugar sombreado e arejado e deixar secar. A semeadura pode ser realizada até o dia seguinte, caso contrário o processo deve ser realizado novamente com novo inoculante.

Kornelius e Ritchey (1992) sugerem a peletização das sementes com carbonato de cálcio (CaCO_3) ou calcário como forma de aumentar a eficiência da nodulação, mas a inoculação como descrito acima é eficiente e suficiente para promover adequada FBN.

2.6.5 Semeadura

O estabelecimento de um alfafal é, segundo Oliveira e Oliveira (1999), a fase mais importante, pois a possibilidade de correção dos fatores de insucesso durante esse período é mínima. Segundo esses autores, três fatores são mais difíceis de serem corrigidos: a) o aparecimento de falhas na semeadura, b) a não efetivação de simbiose com o *Ensifer meliloti*, e c) o aparecimento de doenças causadores de tombamento (*damping-off*) de plântulas.

A época de semeadura de alfafa é no outono (abril) ou na primavera (setembro), sendo a primeira época a mais adequada, pois: 1) as plantas sofrem menos a concorrência de plantas daninhas; 2) ao chegar o verão, já estão com raízes bem desenvolvidas, o que possibilita maior resistência a secas; 3) ganha-se tempo, pois na primavera já se poderá usá-la (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012).

Em trabalhos realizados na região Sudeste, como no estado de Minas Gerais, concluiu-se que o estabelecimento do alfafal entre maio e agosto garante bom estabelecimento das plantas, além de ótimas condições para perfilhamento, persistência e produtividade de forragem (ALVIM e BOTREL, 1995). No estado de São Paulo, observou-se que a época de entressafra (outono/inverno) é a mais indicada para semear alfafa, uma vez que é mínima a interferência de plantas daninhas e a alfafa, neste período, tem desenvolvimento suficiente para competir com as invasoras durante a primavera e verão (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008). Deve-se salientar que durante o período de entressafra na região Sudeste do Brasil são escassas as chuvas, havendo necessidade de irrigação.

Existem dois tipos básicos de semeadura para a alfafa: a lanço e em linha (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Segundo os mesmos autores, a semeadura a lanço é de fácil execução e baixo custo, todavia, não proporciona uma distribuição uniforme e necessita de maiores densidades de semente. Deve-se ressaltar que o método de semeadura a lanço é recomendado apenas para áreas com baixa infestação de plantas daninhas (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008).

A semeadura em linha pode ser feita em vários espaçamentos e é realizada basicamente através de semeadoras mecanizadas para sementes pequenas (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Segundo Rassini, Ferreira e Camargo (2008), a alfafa deve ser semeada em espaçamentos de 15 cm a 20 cm entre linhas. Enquanto isso, Fontaneli, Santos e Fontaneli (2012) destacam que a semeadura deve ser feita em linhas espaçadas de 0,30 a 0,40 m.

Oliveira e Lédo (2008) comentam que com linhas de semeadura menos espaçadas entre si, aliadas ao uso de herbicida pré-emergentes ou pós-iniciais, há uma maior eficiência no controle das plantas daninhas, menores custos com mão-de-obra e menores danos nas plantas de alfafa, além de uma melhor distribuição das plantas sobre a área.

A profundidade de semeadura é um fator que influencia diretamente o vigor das plântulas (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Semeadura muito profunda dificulta a germinação, produzindo plântulas debilitadas e favorecendo o ataque de fungos causadores do tombamento de plântulas (ANCHÃO, 1995). Fontaneli, Santos e Fontaneli (2012) e Rassini, Ferreira e Camargo (2008) recomendam que as sementes devam ser depositadas no solo em uma profundidade de 2 cm. Entretanto, existem trabalhos na literatura que diferenciam a textura

dos solos e recomendam a profundidade de 1,5 a 2,0 cm para solos argilosos e 1,5 a 2,5 cm para solos arenosos (KEPLIN e SANTOS, 1991).

Caso a semeadura seja realizada com uma semeadora-adubadora, é importante regular a deposição do fertilizante entre 2,5 e 5,0 cm de profundidade, a fim de evitar contato direto das sementes com os sais utilizados nos fertilizantes, a exemplo do cloreto de potássio (OLIVEIRA e LÉDO, 2008).

As recomendações de quantidade de sementes a serem utilizadas por hectare são muito variadas; no entanto, sabe-se que a utilização de 10 a 15 kg.ha⁻¹ de sementes é suficiente para a obtenção de um bom estande, sendo a quantidade maior usada quando a alfafa for semeada a lanço (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). O estande (número de plantas por metro quadrado) que garante o estabelecimento de um alfafal é de aproximadamente 120 plantas por metro quadrado (ANCHÃO, 1995). Rassini, Ferreira e Camargo (2008) destacam que as sementes de alfafa devem ter um nível mínimo de germinação de 80%.

Para a cultivar Crioula, indicam-se de 10 a 15 kg.ha⁻¹ de semente, sendo o peso de 1.000 sementes de aproximadamente 2,4 g (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Os mesmos autores salientam que maiores produções são obtidas com 180 plantas.m⁻².

Um detalhe importante a respeito da semeadura é que a alfafa pode ser estabelecida sob sistema plantio direto (FONTANELI, SANTOS e FONTANELI, 2012). Isto desde que não haja a necessidade de romper mecanicamente alguma camada compactada do solo nem realizar a sua correção química em profundidade.

2.6.6 Demanda hídrica e irrigação

A alfafa é uma forrageira que apresenta alta resposta à disponibilidade de água, sendo que para alcançar boa produtividade e qualidade da forragem, não deve haver períodos de déficit hídrico acentuado (MENDONÇA e RASSINI, 2015). Os mesmos autores salientam que na maior parte do Brasil, isso só é possível com a irrigação, que aumenta sua produção e a oferta de forragem de excelente qualidade por todo o ano.

As necessidades hídricas da alfafa estão associadas à finalidade de seu cultivo (forragem ou sementes) e dependem do clima e da duração do ciclo fenológico da cultura, oscilando entre 800 a 1600 mm por período de crescimento (DOORENBOS e KASSAM, 1994). A quantidade de água utilizada por esta forrageira varia entre 600 a 900 kg de água.kg⁻¹ de matéria seca (MS) produzida (HEICHEL, 1983, *apud* MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020).

Já nos alfafais irrigados, a produção de MS por kg de água aumenta, o que evidencia uma maior eficiência no uso da água em áreas irrigadas (MENDONÇA e RASSINI, 2015). As taxas médias de demanda hídrica variam de 512 a 663 kg de água.kg⁻¹ de MS, sugerindo que as necessidades hídricas de 1 ha de alfafa variam de 56 a 73 mm.ton⁻¹ de MS durante a estação de crescimento (HEICHEL, 1983 *apud* MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020).

Para a produção de forragem recomenda-se manter uma alta disponibilidade de água no solo para que a planta se mantenha em plena vegetação; enquanto que para a produção de sementes, existem duas fases: a inicial, na qual se deve manter alta disponibilidade hídrica, e a final, na qual se deve restringir a disponibilidade hídrica a um grau que induza a planta a iniciar o processo reprodutivo (FERREIRA et al., 2008).

A alfafa aumenta seu consumo hídrico no início da floração (cultivo para produção de sementes) e imediatamente após o corte (cultivo para silagem, fenação ou pastejo) (MENDONÇA e RASSINI, 2015). “Algumas pesquisas mostram que a necessidade de água da alfafa é maior que a do milho e a do sorgo.” (MENDONÇA e RASSINI, 2015).

A alfafa tem um sistema radicular profundo, que pode estender-se até a 3 m em solos profundos, entretanto, a maioria das raízes está presente nas camadas próximas à superfície, e por isso não se deve considerar uma camada de solo muito profunda para contabilizar a água disponível à cultura (MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020). Taylor e Marble (1986, *apud* MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020) realizaram experimentos de produção de sementes em regiões de seca acentuada, verificando que os mais altos rendimentos foram obtidos com irrigação, considerando uma camada de solo de 0,6 m para extração de água.

A necessidade hídrica de qualquer cultura é representada pela evapotranspiração, que é estimada por meio da soma da evaporação do solo e da transpiração das plantas. Quando a evapotranspiração máxima (ET_m) é de 5 a 6 mm.dia⁻¹, pode-se esgotar ao redor de 50% da disponibilidade total de água no solo sem afetar a evapotranspiração da cultura (ET_c) (DOORENBOS e KASSAN, 1994).

Uma compilação de resultados de diversos autores mostra que a evapotranspiração da alfafa pode variar de 4,1 a 12,0 mm.dia⁻¹ (HEICHEL, 1983, *apud* MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020), mas geralmente a ET_m diária não excede 10 mm.dia⁻¹. Quando ocorre a remoção da área foliar, se reduz a transpiração e os valores de ET_c podem ser inferiores a 1 mm.dia⁻¹ imediatamente após a desfolhação e em condições de inverno, sendo o principal componente neste caso a evaporação de água do solo (MENDONÇA e RASSINI, 2015).

“Se a evapotranspiração exceder a capacidade de transporte interno de água da planta, haverá estresse hídrico.” (MENDONÇA e RASSINI, 2015). O estresse hídrico pode reduzir o

crescimento das raízes e a nodulação de *Ensifer meliloti*, sendo que a atividade da enzima nitrogenase nos nódulos pode ser reduzida em até 85% (MORENO-PIZANI e MENDONÇA, 2020).

Apesar de ser prejudicial, se muito severo, é necessário que as plantas sofram certo grau de déficit hídrico para estimular a produção de sementes. Shock et al. (2007, *apud* MENDONÇA e RASSINI, 2015) realizaram um experimento com duas cultivares de alfafa no Estado do Oregon, EUA, e concluíram que uma reposição de 50% da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) após o florescimento maximizou a produtividade e a qualidade das sementes, ultrapassando o padrão de 85% de sementes viáveis.

Mendonça e Rassini (2015) afirmam que um manejo adequado da irrigação é necessário para evitar o desperdício e aumentar a eficiência do uso de água. Os autores ainda destacam que tal manejo consiste em um conjunto de técnicas para projetar, instalar, monitorar e operar o sistema de irrigação de modo que se obtenha o máximo rendimento econômico com a cultura, considerando diversos aspectos, tais como clima, local, capacidade de armazenamento de água do solo, características da cultura e tipo de sistema de irrigação.

A irrigação na cultura da alfafa geralmente é feita com o método da aspersão, mas também há relatos do uso do método de irrigação por superfície (CARTER e SHEAFFER, 1983, *apud* MENDONÇA e RASSINI, 2015). Apesar de ser um método simples, a irrigação por superfície necessita da sistematização do terreno e é mais utilizada no cultivo de arroz irrigado (inundação) e de horticultura (sulcos) (MENDONÇA e RASSINI, 2015). Segundo alguns estudos, as perdas de água por evaporação em áreas de alfafa irrigada por aspersão variaram de 4%, para irrigação noturna, a 10% para irrigação diurna (CAVERO et al., 2017).

2.7 PLANTAS DANINHAS

As plantas daninhas podem reduzir consideravelmente a produtividade da cultura da alfafa, competindo por água, luz, nutrientes, além de reduzirem a qualidade da forragem e das sementes (PETERS e PETERS, 1992, *apud* BRIGHENTI e KARAM, 2015). Rassini e Freitas (1995), por exemplo, verificaram que a competição imposta por plantas daninhas durante a primavera/verão reduziu em 60% o rendimento da cultura, mas a diminuição na produção de biomassa seca pode chegar a 75%. Brighenti e Castro (2008) destacam que o controle de plantas daninhas é imprescindível para obtenção de rendimentos de forragem elevados, além de facilitar os tratos culturais, evitando-se possíveis hospedeiros de patógenos e de insetos pragas.

O período crítico da presença das plantas daninhas para a alfafa se estende dos 15 aos 50 dias após a emergência da cultura (SILVA et al., 2004). A partir deste período, as plantas daninhas que emergirem e se estabelecerem não mais terão condições de interferir, de maneira significativa, sobre a produtividade da cultura.

Segundo Brighenti e Castro (2008), as principais plantas daninhas que infestam a cultura da alfafa são: cabelo-de-anjo ou cascuta (*Cuscuta* spp.), serralha (*Sonchus oleraceus*), nabiça (*Raphanus raphanistrum*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*), caruru (*Amaranthus* spp.), picão-preto (*Bidens* spp.), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*), entre outras. Importante ressaltar que, devido ao histórico de cada área, as espécies daninhas de maior importância irão se alterar.

Um programa racional de controle das plantas daninhas, tanto no estabelecimento quanto em cultivos já estabelecidos, deve combinar medidas de prevenção com controles culturais, mecânicos e químicos; sendo que uma das medidas mais efetivas de prevenção é a escolha de um lote livre de plantas daninhas problemáticas e com baixa ou nenhuma infestação de plantas daninhas perenes (KARAM e BRIGHENTI, 2020).

No cultivo de alfafa, apesar de se utilizar métodos preventivos e métodos culturais de controle de plantas daninhas, predominam os mecânicos e os químicos (RASSINI, FERREIRA e BARIONI JUNIOR, 2009). Estes autores relatam também que o método químico é uma prática mais rápida e de menor necessidade de recursos humanos, porém, exige aplicação técnica, requerendo pessoal qualificado e capacitado, a fim de se evitar problemas com a saúde de trabalhadores e contaminação do ambiente. Karam e Brighenti (2020) comentam que a frequência e doses de aplicação dos herbicidas podem afetar a velocidade de rebrota, a persistência do alfafal e, ainda, agredir o meio ambiente; e, por isso, o acompanhamento de um Engenheiro Agrônomo é fundamental.

No Brasil, apesar de haver vários herbicidas químicos seletivos para alfafa, ou seja, compostos que controlam a comunidade infestante e não provocam fitotoxicidade à cultura, não se pode recomendá-los, por não possuírem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (RASSINI, FERREIRA e BARIONI JUNIOR, 2009). Nesse aspecto, apenas o diuron tem registro para uso em alfafa no país (BRIGHENTI e CASTRO, 2008). Esse herbicida é utilizado em alfafais com mais de um ano, em cobertura total, logo após o corte e antes do surgimento de nova brotação, nas doses de 1,2 a 2,0 kg.ha⁻¹ (RODRIGUES e ALMEIDA, 1998).

Moschetti et al. (2007) descrevem os herbicidas que têm sido empregados na produção de sementes de alfafa, que podem resumir-se da seguinte maneira:

- **Preparação do terreno:** glifosato (960 a 1920 g.ha⁻¹) para plantas daninhas perenes e paraquat (atualmente está suspenso este ativo no Brasil, mas pode ser substituído pelo diquat ou glufosinato de amônio) (500 a 750 g.ha⁻¹) para plantas daninhas anuais;
- **Estabelecimento da cultura:** a) *pré-plantio incorporado:* trifluralina (550 a 900 g.ha⁻¹) e EPTC (2500 a 3000 g.ha⁻¹); b) *pré-emergência:* methazole (1500 a 1800 g.ha⁻¹) e flumetsulam (50 a 70 g.ha⁻¹); c) *pós-emergência:* daninhas dicotiledôneas: 2,4-D (750 a 1000 g.ha⁻¹), bromoxinil (350 a 550 g.ha⁻¹), e flumetsulam (35 g.ha⁻¹) ou bentazon (300 a 500 g.ha⁻¹) combinados com 2,4-D para controlar plantas daninhas pouco sensíveis ou resistentes a este último; daninhas monocotiledôneas: cletodim, fenoxaprop, fluazifop, haloxifop, quizalofop e setoxidim;
- **Cultivos já estabelecidos:** a) *durante o repouso invernal e em pré-emergência das plantas daninhas:* diuron (2000 a 2400 g.ha⁻¹), terbacil (800 a 1000 g.ha⁻¹), metribuzin (550 a 750 g.ha⁻¹) e propizamida (1000 a 2000 g.ha⁻¹); b) *pós-emergência:* 2,4-D, bromoxinil, flumetsulam (25 a 35 g.ha⁻¹), imazetapyr (80 a 100 g.ha⁻¹), chlorimuron (5 a 7,5 g.ha⁻¹), bentazon (300 a 500 g.ha⁻¹) e glifosato (500 a 1000 g.ha⁻¹), aplicados durante os meses sem rebrota ativa na alfafa.

Em alfafa já estabelecida, o herbicida paraquat, do grupo dos inibidores do Fotossistema I, caracterizado como um herbicida de contato, não seletivo, utilizado em aplicação em pós-emergência das plantas daninhas de folhas largas e estreitas, tem sido indicado logo depois do corte da alfafa, pois como a coroa fica abaixo do nível do solo, ela não recebe o herbicida, ficando protegida (BRIGHENTI e KARAM, 2015). “A dose de paraquat normalmente aplicada é de 300 g.ha⁻¹, acrescida do adjuvante não iônico na dosagem de 0,2% v/v.” (RAINERO et al., 1995, *apud* BRIGHENTI e KARAM, 2015).

Não é aconselhado aplicá-lo depois da rebrota das plantas de alfafa, pois os sintomas de intoxicação são muito acentuados e, em aplicações excessivas, pode afetar a velocidade de rebrota e a persistência do alfafal (BRIGHENTI e KARAM, 2015). Ressalta-se que atualmente está suspenso o uso de paraquat no Brasil, mas pelas similaridades entre ativos, levanta-se a possibilidade que o diquat possa ser um substituto nessa ocasião.

Um cuidado especial deve ser dado ao controle de uma planta daninha muito problemática para a produção de semente de alfafa: a cuscuta (*Cuscuta* spp.) (Figura 15) (KARAM e BRIGHENTI, 2020). Os mesmos autores comentam que esta espécie é uma planta anual e parasita, aparecendo geralmente em forma de manchas isoladas (reboleiras)

que, se não forem controladas, podem chegar a infestar toda a área de produção. A *Cuscuta racemosa* é a espécie mais comum no Brasil; suas sementes podem germinar a até 15 cm de profundidade no solo e ficam dormentes por até 10 anos; seus caules enroscam no hospedeiro no sentido anti-horário e, quando já instalados, emitem um haustório e perdem o sistema radicular, sobrevivendo de forma parasita (FERREIRA et al., 2015).

Figura 15 – *Cuscuta* spp. parasitando planta de alfafa.



Fonte: DREAMSTIME (s/a)

O controle preventivo inclui o uso de sementes livres de cuscuta; a adequada limpeza das máquinas ao término da colheita de uma área; o controle de cuscuta e de plantas daninhas hospedeiras em estradas e carreadores, alambrados e canais de irrigação; e impedir o pastejo em áreas contaminadas (DELL'AGOSTINO, 1990).

Quanto ao controle químico, podem-se usar diversos produtos, sendo que o glifosato, em doses muito baixas (75 a 150 g.ha⁻¹), permite um controle seletivo da cuscuta quando esta já está aderida ao hospedeiro (DAWSON, 1986, *apud* KARAM e BRIGHENTI, 2020). No caso de áreas já invadidas, com uma grande quantidade de sementes de cuscuta no solo, a trifluralina é um exemplo de herbicida que tem sido usado com sucesso nos EUA, em aplicações na pré-emergência (DELL'AGOSTINO, 1990).

2.8 PRAGAS

As principais pragas que causam problemas a cultura da alfafa são os pulgões, lagartas e besouros (AFONSO, 2008). Na Argentina, as lagartas são consideradas pragas chave, sendo os pulgões e besouros de importância secundária (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995). Já

no Brasil, os dados mostram que os pulgões são a principal praga da cultura (CUNHA, SOUZA e BERTI-FILHO, 2016).

2.8.1 Pulgões

Os pulgões são as pragas de maior importância econômica na alfafa por causa da sua capacidade de reprodução e de causar danos à cultura (AFONSO, 2008). Ataques intensos desses insetos às brotações novas paralisam o crescimento, levando ao encurtamento dos internódios e ao encarquilhamento das folhas, que não se desenvolvem normalmente (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Outra consequência grave do ataque de pulgões à alfafa é o fato de muitas espécies agirem como vetores de importantes viroses que limitam a produção da planta: o mosaico-da-alfafa e o mosaico-das-enações (SILVA, BUENO e FAVA, 2020).

Na alfafa podem ser encontradas dez espécies de pulgões; porém, na grande maioria dos países onde essa leguminosa é cultivada, entre eles o Brasil, destacam-se quatro espécies (SILVA, BUENO e FAVA, 2020).

2.8.1.1 *Therioaphis trifolii* – pulgão-manchado-da-alfafa

Essa espécie possui coloração verde e é facilmente diferenciado dos demais pulgões por conter fileiras de manchas escuras no dorso, de onde saem pequenos pelos (Figura 16a) (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). Uma característica diferencial deste pulgão é a preferência pela face inferior das folhas basais (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995).

É um inseto pequeno, sendo que os ápteros e alados medem de 1,4 a 2,2 mm; são de coloração palha, branco-acinzentada a quase branca, com seis ou mais colunas de manchas pretas ao longo do dorso (AFONSO, 2008). Os sínculos são curtos e largos na base, e o último segmento antenal possui a porção basal e o filamento terminal aproximadamente do mesmo comprimento (EVANGELISTA e BUENO, 1999).

2.8.1.2 *Acyrtosiphon pisum* – pulgão-da-ervilha ou pulgão-verde-da-alfafa

Medem de 4,0 a 4,5 mm de comprimento, são de coloração verde brilhante, com as antenas claras e uma banda negra no final de cada articulação de cada segmento; e possuem pernas longas e sínculos (duas estruturas pontiagudas presentes na parte posterior do corpo) muito afilados (Figura 16b) (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995). As ninfas dessa espécie

vivem frequentemente escondidas em folhas enroladas e, por isso, passam despercebidas (SILVA, PAES e FAVA, 2015).

Segundo Silva, Bueno e Fava (2020), sua maior ocorrência está associada com temperaturas entre 16°C e 18°C, acompanhadas de escassez de chuva; entretanto, é tolerante a altas temperaturas, tendo sido registrados picos populacionais sob temperaturas iguais a 23°C.

2.8.1.3 *Acyrtosiphon kondoi* – pulgão-azul-da-alfafa ou pulgão-verde-azulado

Estes pulgões possuem coloração verde-azulada e os alados têm uma mancha marrom no tórax (AFONSO, 2008). Os ápteros medem 2,1 a 2,9 mm e os alados 1,5 a 2,8 mm; e apresentam os três primeiros segmentos antenais claros, escurecendo de forma gradual até o último, que é negro e em menor tamanho (Figura 16c) (HIJANO, 1993). É uma espécie adaptada ao clima mais ameno, e por esta razão sua população aumenta no final do inverno e princípio da primavera e praticamente desaparece no verão (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995).

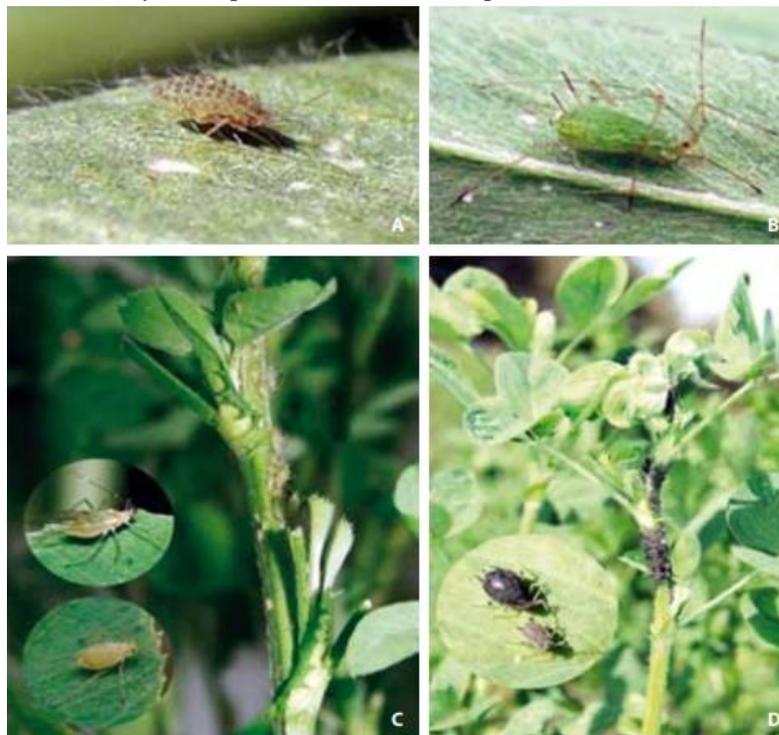
A espécie alimenta-se próximo da parte terminal das plantas, aloja-se sobre o caule ou sobre as folhas e prefere os brotos apicais (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Em estudos conduzidos na Nova Zelândia, Estados Unidos, Austrália e Argentina, foi constatado que os danos causados pelo pulgão reduzem em 40% a produção de forragem (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995).

2.8.1.4 *Aphis craccivora* – pulgão-negro ou pulgão-das-leguminosas

Estes pulgões são facilmente diferenciados dos demais pelo fato dos adultos serem preto-brilhantes e terem pernas brancas (Figura 16d) (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). Já as ninfas são de coloração verde-escura e possuem aproximadamente 2 mm de comprimento (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995)

Esse pulgão forma colônias muito densas nas hastes das plantas, e sua presença está relacionada a períodos de secas prolongadas e altas temperaturas (EVANGELISTA e BUENO, 1999). O ataque retarda o crescimento, deforma e enruga as folhas e brotos e também é vetor de dois dos principais vírus da alfafa: o vírus do mosaico-da-alfafa e o do mosaico-das-enações (AFONSO, 2008).

Figura 16 – Pulgões que causam dano à alfafa: *Therioaphis trifolii* (a), *Acyrtosiphon pisum* (b), *Acyrtosiphon kondoi* (c) e *Aphis craccivora* (d).



Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

2.8.2 Lagartas

A ocorrência de lagartas na alfafa também pode ser importante, porque esses insetos consomem folhas ou cortam plântulas, diminuindo a produção de massa vegetal, produto de maior interesse na planta por parte dos agricultores e pecuaristas (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Os mesmos autores salientam que várias são as espécies de lagartas presentes na cultura, embora a maioria ocorra principalmente em outros cultivos e somente esporadicamente na alfafa.

2.8.2.1 *Colias lesbia pyrrhothea* – borboleta-da-alfafa

Essa praga é a única entre as espécies que ocorrem na alfafa que tem a cultura como planta hospedeira principal (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). Segundo os mesmos autores, os adultos possuem dimorfismo sexual visível e variações de cores que vão desde o branco até o alaranjado, passando por vários tons de amarelo (Figura 17b); e as lagartas têm 30-35 mm e são de coloração verde escuro com uma listra branca em cada lateral do corpo (Figura 17a).

Figura 17 – Lagarta (a) e mariposa (b) de *Colias lesbia pyrrhothea* em alfafa.



Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

As lagartas alimentam-se de folhas, de flores e de hastes finas da alfafa, sendo que consomem as áreas entre as nervuras das folhas, deixando-as com aspecto “esquelético”, pois as nervuras permanecem intactas (GALLO et al., 2002). Na Argentina, esta espécie pode completar de sete a oito gerações por ano, mas os maiores danos são causados por duas a três dessas gerações (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995).

2.8.2.2 *Anticarsia gemmatalis* – lagarta-da-soja

Como o nome já indica, a soja é a cultura principal de ataque desta espécie, porém, a alfafa também pode ser fonte de alimento. As lagartas podem chegar até 5,0 cm de comprimento e encontradas tanto na cor verde como preta, apresentando três linhas longitudinais brancas no dorso (Figura 18a); as mariposas apresentam envergadura de asas de 30 a 38 mm e coloração bastante variável na parte dorsal (de cinza claro ao marrom-escuro) (Figura 18b) (MOSCARDI et al., 2012).

Figura 18 – Lagarta (a) e mariposa (b) de *Anticarsia gemmatalis* em alfafa.



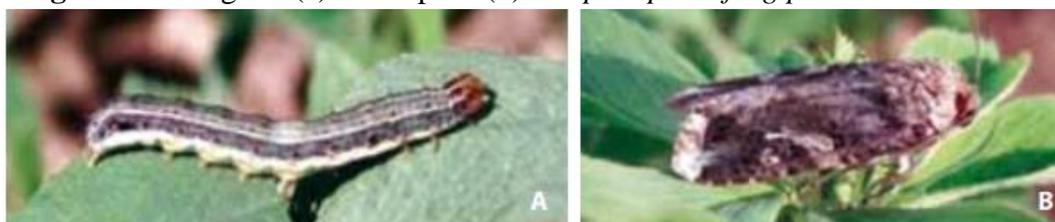
Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

Quando pequenas, as lagartas raspam as folhas e causam a formação de manchas claras; à medida que crescem, as lagartas destroem as folhas totalmente, podendo danificar também hastes terminais (SILVA, PAES e FAVA, 2015).

2.8.2.3 *Spodoptera frugiperda* – lagarta-do-cartucho-do-milho

Apesar de ocorrer com maior frequência no milho e em outras gramíneas, esta espécie pode consumir folhas novas da alfafa (ARAGÓN e IMWINKELRIED, 1995). A coloração da lagarta varia de cinza-escuro a marrom, atingindo 50 mm de comprimento (Figura 19a); e a mariposa mede cerca de 35 mm de envergadura, sendo as asas anteriores pardo-escuras e as posteriores branco-acinzentadas (Figura 19b) (GRÜTZMACHER, MARTINS e CUNHA, 2000). As mariposas põem de 1.500 a 2.000 ovos na página superior das folhas, e após três dias eclodem as lagartas, que passam a alimentar-se das plantas, tendo a duração do período larval de 12 a 30 dias (AFONSO, 2008).

Figura 19 – Lagarta (a) e mariposa (b) de *Spodoptera frugiperda* em alfafa.



Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

2.8.3 Besouros

No Brasil, os principais besouros que atacam a alfafa são o gorgulho-da-alfafa (*Naupactus leucoloma* ou *Pantomorus leucoloma*) e o brasileirinho (*Diabrotica speciosa*) (SILVA, BUENO e FAVA, 2020).

2.8.3.1 *Naupactus leucoloma* ou *Pantomorus leucoloma* - gorgulho-da-alfafa

O adulto tem cabeça prolongada, cor cinza-claro, com listra branca nas laterais das asas, e mede de 8 mm a 12 mm de comprimento (Figura 20) (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Segundo os mesmos autores, suas larvas têm corpo branco-amarelado, sem pernas, cabeça

grande e com coloração castanha, sendo que durante a fase larval, vivem no solo e se alimentam de raízes da alfafa.

Figura 20 – Adulto do gorgulho-da-alfafa.



Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

Os adultos atacam as folhas, deixando-as com aspecto rendilhado, além de cortar as brotações novas (AFONSO, 2008). Já os ferimentos decorrentes da alimentação das larvas nas raízes, além do dano direto, são via de entrada para uma grande diversidade de fungos como *Fusarium* spp. e *Phoma* spp. (GALLO et al., 2002).

2.8.3.2 *Diabrotica speciosa* – patriota ou brasileirinho

Os adultos vivem sobre as plantas, enquanto que suas larvas vivem no solo, são brancas e finas, sendo conhecidas como larvas-alfinete (SILVA, PAES e FAVA, 2015). A larva-alfinete se desenvolve no solo e, quando completamente desenvolvida, mede de 10 a 12 mm de comprimento e 1 mm de diâmetro (AFONSO, 2008).

Os adultos apresentam coloração geral verde com três manchas amarelas em cada asa anterior, sua cabeça é avermelhada e medem entre 5 e 6 mm de comprimento (Figura 21) (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). A postura é feita com ovos agrupados, sobre as partes subterrâneas da planta, e o período de incubação dura em média 8 dias (AFONSO, 2008). Os besouros adultos alimentam-se de folhas e brotos e têm preferência pelas folhas mais tenras; sendo que, ao se alimentar, realizam pequenos orifícios, mas têm capacidade de causar grandes desfolhas (MOREIRA e ARAGÃO, 2009).

Figura 21 – Adulto da patriota.



Fonte: SILVA, PAES e FAVA (2015)

2.8.4 Controle de pragas

Por ser uma cultura de pastoreio, o manejo de insetos fitófagos em alfafais pode ser complicado, pois, dependendo do tipo de controle utilizado, a entrada de animais na área é contraindicada por um período de tempo (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). Além disso, embora em outros países onde se cultiva a alfafa o controle químico seja uma opção para o controle de pragas, no Brasil não há registro de produtos dessa natureza para uso na cultura; apenas inseticidas biológicos estão registrados para uso na alfafa (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2023). Exemplos desses inseticidas biológicos com registro são formulações à base de *Bacillus thuringiensis* (bactérias) e *Baculovirus* (vírus da poliedrose nuclear – VPN) (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2023).

Outro ponto a ser levado em conta no controle de pragas da alfafa é o fato de ela necessitar, obrigatoriamente, de insetos para a sua polinização, assim sendo muito importante o conhecimento das relações entre os métodos de controle e os agentes polinizadores, principalmente quando se visa produzir sementes (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Os mesmos autores comentam que a abelha comum (*Apis mellifera*), a mamangava (*Xylocopa brasiliatorum*) e a irapuá (*Trigona spinipes*) foram relacionadas como as espécies mais comumente associadas à polinização de alfafa no Brasil.

As pragas não possuem apenas um ou poucos inimigos naturais que podem fazer o seu controle, mas sim um complexo que age conjuntamente, um complementando a ação do outro (SILVA, BUENO e FAVA, 2020). Por se tratar de uma cultura perene, a alfafa forma um agroecossistema relativamente estável em que inimigos naturais podem se estabelecer (SILVA, PAES e FAVA, 2015). Desta forma, na Tabela 2, são apresentadas as pragas da alfafa e seus predadores e parasitoides mais comuns.

Tabela 2 – Inimigos naturais das principais pragas da alfafa.

Pragas	Inimigos naturais
Pulgões	<u>Predadores:</u> percevejos jovens e adultos das famílias Geocoridae, Nabidae e Anthocoridae, além das joaninhas (Coccineliidae); larvas de Chrysopidae e Syrphidae. <u>Parasitoides:</u> microvespas (Aphidiidae).
Lagartas	<u>Predadores:</u> percevejos jovens e adultos das famílias Geocoridae, Nabidae e Anthocoridae. <u>Parasitoides:</u> de ovos (Trichogrammatidae) e de lagartas (vários).
Besouros	<u>Predadores:</u> percevejos jovens e adultos das famílias Geocoridae e Nabidae; joaninhas (Coccineliidae) e larvas de Chrysopidae. <u>Parasitoides:</u> microvespas (várias).

Fonte: Adaptado de SILVA, PAES e FAVA (2015)

2.9 DOENÇAS

As doenças provocam perdas econômicas de dois tipos à alfafa: perdas econômicas diretas e perdas econômicas indiretas. As perdas diretas se devem a decréscimos da produtividade da cultura, enquanto que as perdas indiretas causam redução do valor nutricional da forragem, presença de micotoxinas, diminuição da nodulação e maior susceptibilidade ao ataque de insetos, proliferação de plantas daninhas (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

As doenças da alfafa são ocasionadas por um amplo espectro de fitopatógenos, o qual inclui fungos, bactérias, vírus, fitoplasmas e nematoides; e dentro desse conjunto de organismos, os fungos são responsáveis pela maioria das doenças de importância econômica. (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

2.9.1 Murcha fusariana - *Fusarium oxysporum*

Esse fungo sobrevive na forma de clamidósporos, no solo, e de micélio, nos restos de tecidos vegetais, podendo permanecer no solo por muitos anos sem perder sua capacidade de infecção (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Conforme os mesmos autores, a doença é favorecida por solos soltos e com boa drenagem, com conteúdo hídrico moderado, aliado às temperaturas elevadas durante o verão. Os ferimentos na raiz causados por insetos do solo ou por nematoides são uma via de entrada para o patógeno, incrementando a incidência da doença (FERREIRA et al., 2008).

Os sintomas característicos são a folhagem de cor verde-amarelada a parda, talos curtos, rebrotes basais escassos e evidente diminuição na velocidade de rebrote após o corte ou pastejo (Figura 22) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Salientam os mesmos autores que, se for praticado um corte transversal na raiz, observa-se coloração parda, na forma de anel, originada pela necrose dos tecidos vasculares, sendo que com o avanço da doença, essa necrose pode afetar todos os tecidos radiculares. No alfafal, a infecção se distribui de forma irregular, dispersando-se em focos ou em manchas grandes (FERREIRA et al., 2008).

Figura 22 – Sintomas de *Fusarium oxysporum* na parte aérea (a) e no sistema vascular (b) da alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

Segundo Geico, Basigalup e Porto (2020), o manejo desta moléstia consiste principalmente na utilização de cultivares resistentes.

2.9.2 Cancro-radicular - *Rhizoctonia solani*

O agente causal não produz esporos e é identificado somente pelas características de seu micélio, o qual, em meio de cultura, é de cor branca a marrom-escura (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Os mesmos autores ainda comentam que as células deste fungo são multinucleadas, e as hifas têm espessura de 4 μm a 15 μm e tendem a ramificar em ângulo reto (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

Esse patógeno tem elevado número de hospedeiros, alta capacidade saprofítica e, além disso, sobrevive no solo na forma de escleródios, os quais germinam e formam aglomerados de hifas na superfície do hospedeiro (FERREIRA et al., 2008). Penetram no tecido vegetal e

as hifas se desenvolvem inter e intracelularmente, liberando enzimas pectolíticas que atuam, principalmente, na lamela intercelular, desintegrando o tecido.

As condições que predispõem à doença são alta umidade e alta temperatura do ar e do solo (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Em contrapartida, os sintomas desta moléstia surgem nas raízes, especialmente na raiz principal e nos pontos de inserção de raízes secundárias, sendo lesões elípticas, deprimidas, de coloração marrom-clara, frequentemente com os bordos mais escuros do que a parte central (Figura 24) (FERREIRA et al., 2008). Na podridão de coroa, surgem lesões de coloração marrom nas gemas e nos novos brotos abaixo da linha do solo; e, com o progresso da moléstia, gemas e brotos morrem e o fungo invade a coroa, impedindo novas brotações e podendo levar a alfafa à morte (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

Figura 23 – Sintomas de *Rhizoctonia solani* nas raízes da alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

A respeito do manejo da doença, a rotação com Poáceas é uma opção, pelo fato desta família não ser hospedeira do patógeno (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

2.9.3 Mofobranco - *Sclerotium rolfsii*

Este patógeno é polífago, ou seja, infecta inúmeras espécies de plantas, mas com maior incidência nas regiões tropicais e subtropicais, podendo sobreviver vários meses sob a forma de micélio nos restos vegetais e vários anos na forma de escleródios (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Estes autores salientam que as condições que predispõem a doença são longos períodos de clima quente e úmido, seguidos de estresse hídrico.

A respeito dos sintomas, as plantas afetadas manifestam sinais de estresse hídrico, folhas e talos pendulares completamente secos e com coloração marrom-clara (Figura 25) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). O patógeno provoca podridão úmida na coroa e na base dos talos, ocorrendo a necrose das partes afetadas; e, em condições de umidade ambiental alta, o fungo desenvolve um micélio esbranquiçado e, acima dele, é possível observar escleródios pardos com forma globular (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). A doença se distribui na área irregularmente, evoluindo na forma de manchas que crescem em tamanho à medida que as condições ambientais são favoráveis a sua proliferação (FERREIRA et al., 2008).

Figura 24 – Sintomas de *Sclerotium rolfsii* em planta de alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

O manejo da doença se baseia no uso de cultivares tolerantes, na eliminação de restos de vegetais remanescentes da pastagem e na rotação de culturas com Poáceas por períodos superiores a dois ou três anos (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

2.9.4 Antracnose - *Colletotrichum trifolii*

Esse fungo sobrevive de um ano para o outro no talo, nas coroas e nos restos vegetais mortos na forma de acérvulos (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). As condições que predispõem a doença são temperatura e umidade relativa elevada, por isso é frequente

observar uma maior incidência da doença no verão e em outonos úmidos (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Até que se utilize o alfafal, o desenvolvimento da folhagem exerce sombra suficiente para aumentar as condições de umidade na região inferior da parte aérea da planta, o que facilita a germinação dos esporos e a posterior penetração do patógeno nas plantas; e sob essas condições, os danos podem ser muito severos, a ponto de produzir-se necrose completa dos talos e da coroa (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

No terço inferior das hastes, observam-se lesões elípticas de cor parda e de bordas escuras, nas quais comumente há pontos pretos, que são as frutificações do fungo (acérvulos) (Figura 26) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). As hastes afetadas, ao manifestarem os sinais de deficiência hídrica, adquirem curvatura na forma de bengala ou de bastão e, conforme avança a infecção, murcham completamente, mas conservam junto de si as folhas secas (FERREIRA et al., 2008). Nos estádios avançados da doença, a coroa apresenta áreas necrosadas, adquirindo coloração preto-azulada e, em alguns casos, quando a infecção da coroa é muito severa, ela pode causar a morte da planta, sem evidência de sinais na parte aérea (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Os mesmos autores salientam que durante o período de implantação do alfafal, o patógeno também pode ocasionar a morte das plântulas (*damping off*).

Figura 25 – Sintomas de *Colletotrichum trifolii* nas hastes da alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

O manejo da doença consiste principalmente na utilização de cultivares resistentes, o que é a forma mais efetiva de controle (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Os mesmos autores comentam ainda que o manejo correto da pastagem, realizando os cortes e o pastejo

no início da floração, ou adiantando estes quando as condições de umidade ambiental são elevadas, reduzem a dispersão da moléstia. A eliminação dos resíduos vegetais nas áreas e a rotação com gramíneas por um período não menor a dois ou três anos também podem reduzir a quantidade de inóculo disponível em futuras infecções (FERREIRA et al., 2008).

2.9.5 Mancha-foliar-amarela - *Leptotrochila medicaginis*

No final do verão e no início do outono, o fungo forma sobre as folhas mortas seus órgãos de frutificação (apotécios), os quais, após a hibernação, liberarão os ascósporos na primavera seguinte, quando esses se encarregarão de iniciar a infecção (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). “Nos Estados Unidos, pesquisadores estimaram perdas de folhagem de 40% (no início da floração) a 80% (na formação das vagens).” (SEMENIUK, 1979).

As condições que predispõem a doença são primaveras e outonos frios e úmidos, ou períodos de chuvas abundantes, seguidos de dias nublados, bem como o atraso do aproveitamento do alfafal (corte ou pastejo) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

Quanto aos sintomas, estes iniciam nos folíolos, com pequenas manchas de cor amarelada, que crescem em tamanho até invadir boa parte da folha, seguindo o curso das nervuras, e formando manchas amarelas com aparência de “V”, constituindo uma área pardoclaro na região central (Figura 27); sendo que sob condições favoráveis, ocorre desfolha (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

Figura 26 – Sintomas de *Leptotrochila medicaginis* em folhas de alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

Não existem variedades resistentes ou tolerantes a esta doença, assim, o seu manejo se baseia na aplicação de fungicidas sistêmicos no início da implantação da cultura e na

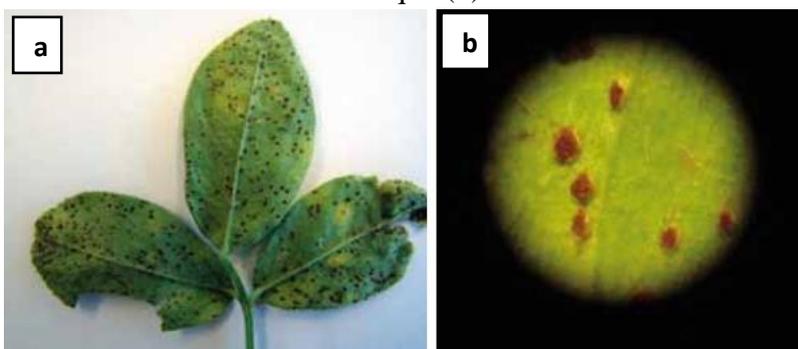
realização de cortes ou pastejo nos momentos adequados, sem atrasar demais (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

2.9.6 Ferrugem - *Uromyces striatus*

O agente causal é um patógeno com diversas raças já identificadas, que além da alfafa, infecta outras espécies de leguminosas pertencentes aos gêneros *Medicago* e *Trifolium* e também plantas daninhas do gênero *Euphorbia* (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Estes autores comentam ainda que são formados uredósporos, que podem sobreviver vários meses em clima seco. Clima quente e úmido favorece a aparição e a proliferação do patógeno, especialmente no final do verão e durante o outono (FERREIRA et al., 2008).

Segundo Gieco, Basigalup e Porto (2015), a presença, em ambos os lados da folha, de pústulas de cor marrom-avermelhada, arredondadas e pequenas, é um sintoma inconfundível de diagnóstico da doença (Figura 28). Destacam ainda que os uredósporos se desprendem com facilidade dessas pústulas e, ao serem transportados pelo vento, podem infectar outros lotes de alfafa situados a vários quilômetros de distância. As folhas cobertas pelas pústulas encurvam-se e, no final, desprendem-se, ocasionando desfolhamento total em condições muito favoráveis para o patógeno, sendo que em ataques severos, é possível observar pústulas elípticas desenvolvendo-se nos talos (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

Figura 27 – Sintomas de *Uromyces striatus* em folha de alfafa (a) e suas pústulas em destaque (b).



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

O manejo desta moléstia se baseia na aplicação de fungicidas sistêmicos e na realização de cortes ou pastejo nos momentos adequados, sem atrasar demais (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

2.9.7 Mancha comum das folhas (Viruela) - *Pseudopeziza medicaginis*

O patógeno é considerado um dos mais daninhos para a folha da alfafa, sobrevivendo nas folhas mortas e causando infecções secundárias quando as condições ambientais são favoráveis para a germinação de seus esporos (ascósporos) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

As condições que predis põem a doença são períodos prolongados de tempo frio e úmido, especialmente durante a primavera e o outono (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Os mesmos autores ainda dizem que tanto o uso inadequado da irrigação, como o atraso dos cortes ou do pastejo, que, por efeito de sombreamento, aumenta a umidade da parte inferior da planta, favorecem a proliferação de *P. medicaginis*.

Conforme Ferreira et al. (2008), o sintoma característico da doença é a aparição de manchas marrons ou pretas, pequenas (2-3 mm de diâmetro), com forma arredondada e de margens lisas ou dentadas, distribuídas uniformemente nos folíolos (Figura 29). Por cima do conjunto de folíolos, as manchas mais velhas desenvolvem estruturas de cor castanha claro que correspondem às frutificações do fungo (apotecios). Os ascósporos produzidos por estas frutificações são dispersos pelo vento ou gotas de chuva e infectam novas plantas, começando pelas folhas inferiores; e se as condições ambientais forem favoráveis, praticamente toda a folhagem é afetada e ocorre desfolha severa.

Figura 28 – Sintomas de *Pseudopeziza medicaginis* em folha de alfafa.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2020)

Embora existam no mercado algumas cultivares que apresentam uma moderada resistência ao patógeno, sua efetividade como medida de controle não é muito elevada (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Seguindo estes autores, como paliativo, recomenda-se não demorar nos cortes ou nos pastejos, e no caso de tempo muito úmido, pode

ser necessário antecipar o uso do alfafal para evitar perdas de qualidade e/ou rendimento da forrageira por desfolha, reduzindo sensivelmente a quantidade de inóculo para posteriores infecções. Além disso, a aplicação de fungicidas sistêmicos no início da implantação da cultura pode ser efetivo (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015).

2.9.8 Mosaico-da-alfafa - *Alfalfa mosaic virus* (AMV)

O agente causal apresenta as partículas virais de duas formas: uma semelhante a um bacilo (baciliformes) e outra semelhante a uma bengala (variforme) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Segundo estes autores, na realidade, trata-se de um complexo viral constituído por diversas raças de AMV, com diferenças no poder de infecção e em outras características.

Embora se suspeite que o AMV possa ser transmitido por todas as espécies de afídeos que atacam a alfafa, o pulgão-verde (*Acyrtosiphon pisum*) é o seu vetor mais importante; e, assim, as condições que favorecem a proliferação do inseto também ajudam na difusão da doença (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020). Tais autores comentam ainda que, durante os últimos anos, observou-se nas áreas de alfafa crescente presença de tripses (*Thrips* spp., *Frankliniella* spp. e *Caliothrips* spp.), que também poderiam ser vetores do AMV.

O sintoma clássico dessa virose é a clorose ou amarelecimento internerval, que pode ser acompanhado por redução no crescimento, notadamente das brotações novas, com encarquilhamento de folhas e de pecíolos (Figura 30) (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2015). Os mesmos autores destacam que tais sintomas são mais pronunciados em condições de temperatura amena e ficam mascarados ou até desaparecem durante o verão.

Figura 29 – Sintomas do mosaico-da-alfafa em trifólios.



Fonte: GIECO, BASIGALUP e PORTO (2015)

O controle dos insetos vetores é a única medida preventiva efetiva de controle da doença, sendo que na atualidade não existem cultivares resistentes, mas existem plantas transgênicas resistentes disponíveis para esta virose (GIECO, BASIGALUP e PORTO, 2020).

2.10 MANEJO DA FORRAGEM

A produtividade e a persistência do alfafal estão diretamente relacionadas ao seu manejo, uma vez que a rebrota da planta se efetua às custas de reservas de carboidratos das raízes e da coroa da planta, acumuladas durante o período de crescimento da forrageira (RODRIGUEZ e EROLES, 2008).

O primeiro corte ou pastejo da alfafa deve ser realizado quando a cultura encontra-se em florescimento pleno, com 80% das plantas florescidas, para que, por meio da fotossíntese, acumule maior quantidade de reservas de carboidratos e apresente coroa e sistema radicular bem desenvolvidos (RASSINI et al., 2015). Os mesmos autores destacam que para as cultivares testadas na região Sudeste do País, esse período é de 70 a 80 dias.

“O segundo corte ou pastejo é recomendado iniciar quando 10% das plantas entram em florescimento, período em que há equilíbrio entre a produção e a qualidade da forragem.” (FERREIRA et al., 2020). Os mesmos autores relatam que no período de inverno pode não haver emissão de flores e, quando isto ocorre, recomenda-se que a alfafa seja cortada ou pastejada quando a brotação basal atingir altura média de 3 cm a 5 cm. Isso permitirá que a planta, depois de cada pastejo, acumule quantidade suficiente de substâncias de reserva para favorecer boa rebrota, elevada produção e alta persistência ao longo do tempo (COMERON et al., 2015).

Após o corte ou pastejo, as reservas de carboidratos das raízes e da coroa diminuem, pois são carregadas para a parte aérea da planta (FERREIRA et al., 2020). Quando o índice de área foliar aumenta (ao redor de 20 cm de altura), ao ponto de produzir uma quantidade de fotoassimilados maior que as reservas consumidas para o crescimento da planta, o processo se inverte, ou seja, os fotoassimilados circulam da parte aérea para a raiz e coroa, aumentando novamente as reservas nessas estruturas (RASSINI et al., 2015). “Esse acúmulo de reservas ocorre até a plena floração da planta, pois, a partir desse estágio até a maturação das sementes, todos os produtos fotossintetizados são destinados ao processo reprodutivo.” (SMITH, 1975, *apud* FERREIRA et al., 2020).

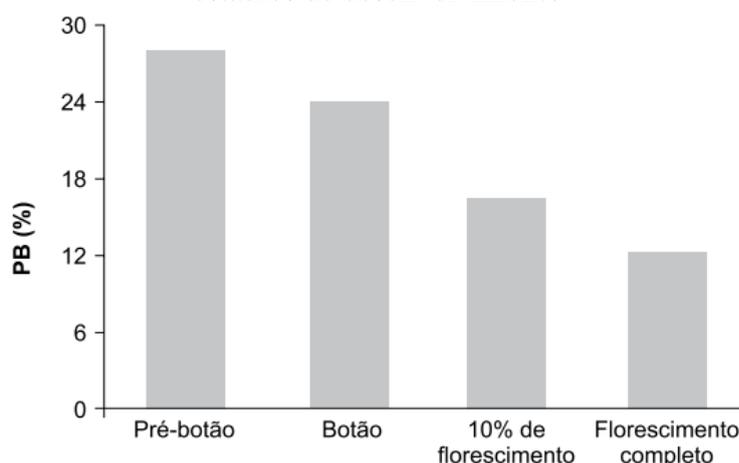
O corte da forragem deve ser realizado entre 8 a 10 cm da superfície do solo, mesma altura em que deve ser mantido o resíduo de pastejo (FERREIRA et al., 2020). O pastejo em

alfafa pode ser diário, com período de descanso na região Sudeste no inverno, ao redor de 34 dias e, nas demais estações do ano, próximo de 28 dias (RASSINI et al., 2015). O sistema com pastejo rotacionado é o mais recomendado, pois possibilita o descanso necessário para que a recomposição de reservas nas raízes redunde em rebrotes vigorosos e pastagens longevas e produtivas (RASSINI, FERREIRA e CAMARGO, 2008).

No que se refere à qualidade da forragem, não se deve considerar somente o teor de proteína, mas também outras variáveis, como porcentagem de folhas, de talo, de fibra e de lignina, digestibilidade e consumo (RASSINI et al., 2015). Quando cortada em estádios imaturos, a alfafa produz forragem de melhor qualidade, mas isso reduz significativamente sua produção e a persistência; ao passo que estádios muito maduros produzem maior quantidade de forragem, mas de menor qualidade, embora a persistência melhore (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008).

Na Figura 31, é apresentada a variação nos teores de proteína bruta (PB) da alfafa em diferentes estádios. Observa-se que, à medida que avança o estágio de desenvolvimento da planta, reduz-se o teor de PB da alfafa, sendo o ápice no estágio de pré-botão; entretanto, a alfafa não deve ser manejada neste momento porque a planta não é capaz de recuperar as reservas (RASSINI et al., 2015).

Figura 30 – Gráfico com a variação nos teores de proteína bruta (PB) da alfafa em diferentes estádios de desenvolvimento.

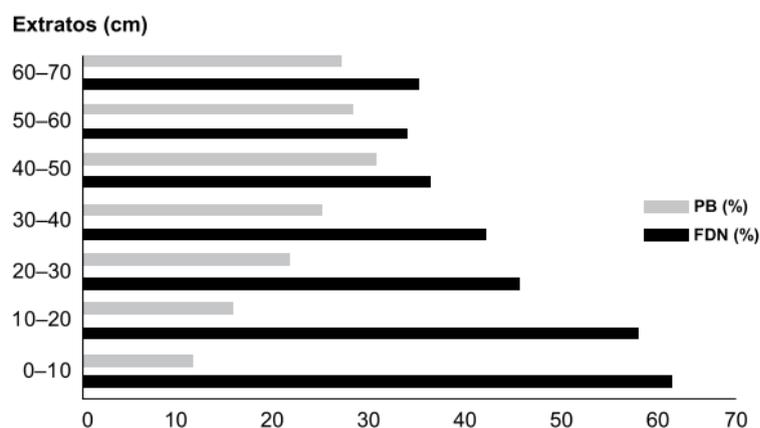


Fonte: RASSINI et al. (2015)

Além de o teor de PB e de fibra em detergente neutro (FDN) ser bastante variável conforme o estágio de desenvolvimento da planta, esses teores também dependem da altura ou do extrato em que a planta é colhida ou pastejada (FERREIRA et al., 2020). Observa-se que o teor de PB diminuiu linearmente do ápice para a base da planta e os teores de FDN

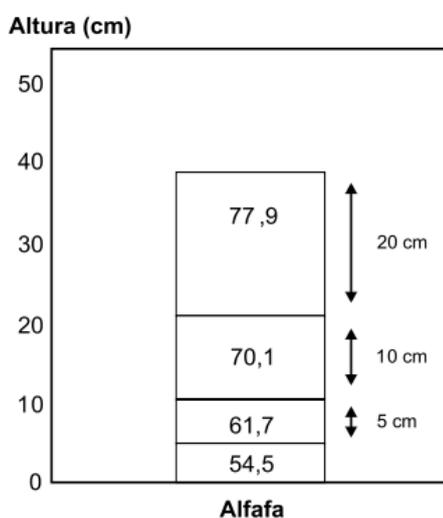
aumentam do ápice para a base (Figura 32). Na base da planta, as folhas são mais velhas, a parede celular é mais espessa, os teores de FDN são maiores e, conseqüentemente, a digestibilidade é menor (Figura 33).

Figura 31 – Qualidade da forragem expressa em porcentagem de proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN) em pastagem de alfafa.



Fonte: RASSINI et al. (2015)

Figura 32 – Variação da digestibilidade da alfafa (%) de acordo com extratos de pastejo.



Fonte: RASSINI et al. (2015)

2.11 FORMAS DE USO DA FORRAGEM

A alfafa pode ser usada de várias formas: fenação, forragem verde, ensilagem, pastejo, e forragem peletizada (compactada); sendo a fenação e a forragem verde as formas mais tradicionais de uso da alfafa e muito empregadas no sul do País (OLIVEIRA e LÉDO, 2008).

2.11.1 Potencial forrageiro da alfafa

A alfafa é uma forrageira que reúne características especiais, como alta produtividade, elevado teor proteico, boa palatabilidade, alta digestibilidade, capacidade para fixar N no solo e baixa sazonalidade da produção de forragem, sendo especialmente indicada para integrar dietas de vacas de alto potencial genético sob sistema intensivo de produção de leite em pasto (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008). A sua utilização se torna muito interessante em regiões tropicais pelo equilíbrio nutricional, tendo em vista que os volumosos produzidos nestas regiões normalmente apresentam pior qualidade, o que afeta o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal (VILELA, COMERÓN e SOARES, 2020).

Na Tabela 3, é possível observar a composição química e a digestibilidade da alfafa em três épocas de avaliação ao longo do ano na Região Sudeste do Brasil, destacando o seu alto valor nutritivo.

Tabela 3 – Composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do pasto de alfafa em três épocas de avaliação na Região Sudeste do Brasil.

Parâmetro	Período			Média
	Abril/Junho	Julho/Setembro	Outubro/Dezembro	
MS (%)	16,6	20,1	17,4	18,1
PB (% MS)	26,1	26,8	24,4	25,9
FDN (% MS)	39,8	35,5	45,0	40,1
DIVMS (% MS)	72,0	72,5	65,2	69,9

Fonte: VILELA et al. (1994)

2.11.2 Pastejo em alfafa

A adoção do pastejo de alfafa pode reduzir o custo deste volumoso em 50% em comparação à fenação (RESENDE, 1992, *apud* OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Porém, o uso de alfafa para pastejo (Figura 34) ainda é pouco estudado no Brasil, embora haja trabalhos que podem ser considerados antigos que indicam potencial técnico e econômico para esse fim, como observado em Minas Gerais por Vilela (1994) e no Rio Grande do Sul por Costa e Saibro (1994). Na Argentina, 65 a 70% da produção de leite de vacas provém de pastagens, sendo a alfafa a espécie de maior importância, com participação variável de 30% no outono/inverno e até 80% na primavera/verão (COMERÓN e ROMERO, 2007).

Figura 33 – Pastejo em alfafa.



Fonte: COMERON et al. (2015)

O pastejo contínuo em alfafais, muito utilizado no passado, atualmente está sendo substituído por sistemas com manejo rotacionado, com graus variáveis de intensificação e com maior ou menor número de subdivisões de piquetes (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008). Os mesmos autores salientam que o hábito de crescimento da alfafa confere que seja mais adequada a realização de pastejos intensos, mas de curta duração. Sob pastejo contínuo, as plantas de alfafa se encontram submetidas à desfolha frequente, que conduz ao seu debilitamento geral e resulta em diminuição da produção de forragem e redução do sistema radicular; o que acelera a morte da planta frente a situações adversas, como períodos de estresse e ataques de pragas ou de doenças (COMERÓN et al., 2015).

O sistema com pastejo rotacionado possibilita o descanso necessário entre desfolhas, para que a recomposição de reservas nas raízes confira rebrotes vigorosos e pastagens longevas e produtivas (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008). Além disso, conforme os mesmos autores, o pastejo rotacionado permite melhor controle da quantidade de forragem oferecida e diminui as perdas de forragem. “Dentre as várias modalidades de pastejo rotacionado, o pastejo em faixas tem sido o preferido na Argentina.” (RODRIGUES e REIS, 1997, *apud* COMERÓN et al., 2015). Nesse método, os animais entram numa área limitada da pastagem (faixa), cujo tamanho é calculado para fornecer a quantidade de volumoso que os animais necessitam diariamente.

O período de ocupação em pastagens de alfafa pode ser de apenas algumas horas ou até três dias, com taxa de lotação instantânea elevada para reduzir o risco de timpanismo (COMERON et al., 2015). Porém, deve-se saber que o aumento no número de dias de ocupação pode diminuir a produção de leite por animal devido ao maior consumo de hastes, que apresentam menor valor nutritivo que as folhas (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008).

Outro quesito importante no uso dos alfafais é o manejo do resíduo pós pastejo, sendo que, de modo geral, a altura do resíduo adotada não pode ser inferior a 7,0 cm com preservação da área foliar, caso contrário a persistência das plantas estará comprometida (MONTEIRO, CORSI e CARVALHO, 1999).

Rodrigues, Comerón e Vilela (2008) aconselham a utilização da pastagem no início da floração (10% das plantas florescidas) ou quando houver aparecimento de novas hastes com 5 a 6 cm a partir da coroa (se por razões climáticas não houver indução floral, o que é comum no inverno do sul brasileiro). Entretanto, para simplificar o manejo, tem sido utilizado com frequência o pastejo em intervalos fixos (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Segundo Rodrigues, Comerón e Vilela (2008) “ambos os critérios, floração ou intervalos fixos, devem permitir que a planta, depois de cada pastejo, acumule quantidade suficiente de substâncias de reserva para favorecer boa rebrota, elevada produção e alta persistência.”

Romero et al. (1995) informaram que, para obter alta produção e alta qualidade da forragem, associadas à boa persistência do alfafal nas condições edafoclimáticas da Argentina, deve ser utilizado um período de descanso de 30 a 35 dias entre pastejos.

Em países como a Argentina, existe a adoção do pastejo exclusivo de alfafa e muitos trabalhos de pesquisa e extensão são feitos nesse sentido; sendo que, de modo geral, busca-se conciliar a produção de leite por animal e por unidade de área, adotando-se uma oferta de forragem de aproximadamente 1,5 vezes o consumo máximo esperado, o que equivaleria a um valor de 20 a 22 kg MS por vaca.dia⁻¹ de oferta de forragem – ao redor de 4% do peso vivo, com uma eficiência de utilização de pelo menos 70% (COMERÓN e ROMERO, 2007).

Já aqui no Brasil, a proposta de uso da alfafa para pastejo é diferente, e a pretensão é inserir algumas horas de pastejo exclusivo de alfafa nos sistemas de produção de leite que utilizam gramíneas forrageiras tropicais (coloniões, braquiárias, capim elefante e espécies do gênero *Cynodon*) como a principal fonte de volumosos (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). Os mesmos autores citam que, normalmente, tem-se realizado 2 a 3 horas de pastejo em alfafa com a finalidade de diminuir o fornecimento de concentrados e o uso de fertilizantes nitrogenados nas áreas.

Neste mesmo sistema, a quantidade de matéria seca ingerida pelos animais tem sido de 3 a 4 kg MS.dia⁻¹; e, para isso, é implantada uma área de alfafa, que é dividida em piquetes com o período de ocupação de um dia e o período de descanso variando de 28 a 35 dias, dependendo da época do ano (COMERÓN et al., 2015). Segundo Rodrigues, Comerón e Vilela (2008):

O pastejo de alfafa, por ser adotado em um número de horas restrito, tem sido realizado durante o dia; e o pastejo com as gramíneas tropicais, por constituírem a maior parte da forragem, tem sido realizado após a última ordenha, por um período de 10 a 14 horas, até a retirada dos animais para a primeira ordenha, pela manhã.

O uso do pastejo de alfafa de forma complementar ao pastejo das gramíneas tropicais ajuda ainda a minimizar os problemas relacionados ao timpanismo, pois a alfafa, quando utilizada sob pastejo e como fonte única de alimento volumoso, pode ocasionar essa enfermidade, consequência do acúmulo de gases no rúmen, determinando um aumento exagerado do volume abdominal (OLIVEIRA e LÉDO, 2008). As saponinas são consideradas as principais substâncias causadoras de timpanismo encontradas na alfafa.

2.11.2.1 Produção de leite a pasto de alfafa

Vilela et al. (1994), na Região Sudeste no Brasil, avaliaram dois sistemas de produção de leite de vacas da raça Holandesa com alto potencial de produção: um tendo o pasto de alfafa como único alimento e o outro em confinamento, recebendo dieta completa a base de silagem de milho e concentrado. Os autores concluíram que o pasto de alfafa foi viável como alimento exclusivo para vacas em lactação, suportando 3,0 vacas.ha⁻¹ e proporcionando produção média diária de leite de 20 kg.vaca⁻¹, sem comprometer o peso vivo e a eficiência reprodutiva dos animais. Entretanto, Comerón e Romero (2007) obtiveram em pastejo exclusivo de alfafa, sob taxa de lotação de 1,7 vacas por hectare por ano, com utilização ocasional de feno e de pré-secado, produção semelhante de leite, mas uma eficiência reprodutiva baixa dos animais.

As diferenças na eficiência reprodutiva entre esses trabalhos talvez possa ser explicada pelo fato de as vacas no trabalho de Vilela et al. (1994) terem iniciado o experimento com seis semanas após o parto e a alimentação nesse período antes do início do experimento pode ter contribuído para que a reprodução não fosse afetada, enquanto no sistema avaliado por Comerón e Romero (2007) as vacas estavam em pastagens de alfafa desde o início da lactação (RODRIGUES, COMERÓN e VILELA, 2008).

Vilela, Comerón e Soares (2020) citam que:

Considerando as exigências nutricionais de vacas em lactação com potencial superior a 6.000 kg.lactação⁻¹ e a composição química do pasto de alfafa como único alimento, a dieta normalmente apresenta desequilíbrio na relação energia/proteína, sendo necessário neutralizar o excesso de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen.

Castillo e Gallardo (1995, *apud* VILELA, COMERÓN e SOARES, 2020) indicam que uma concentração ótima de nitrogênio amoniacal no rúmen pode variar de 5 a 25 mg por % de N-NH₃; e como os animais em pastagem de alfafa normalmente se encontram com níveis acima dos mencionados, é necessário o suplemento energético durante todo o ano.

Para animais com produção superior a 6.000 litros de leite.lactação⁻¹, recomenda-se a alfafa participando com 30 a 40% da matéria seca consumida (KUWAHARA et al., 2014). A dieta com 30:30:10:30 a base de silagem de milho: pasto de alfafa: feno de alfafa; concentrado proteico-energético (grão de milho e soja) tem sido eficiente no Brasil e na Argentina para manter vacas com alta produtividade durante todo o ano (produções individuais de 8.000 kg.lactação⁻¹ e condição corporal normal) (VILELA, COMERÓN e SOARES, 2020).

Comeron et al. (2015), na Embrapa Pecuária Sudeste, ao adicionar pastejo de alfafa por 1, 2 e 4 horas ao sistema de produção, no período da seca, obtiveram margem de lucro sobre o sistema de produção tradicional de leite (silagem de milho + concentrado) da ordem de 2,77%, 5,05% e 7,52%, respectivamente (Tabela 4). A redução do custo deveu-se à menor oferta de concentrado que se fez, e a produção de leite e peso dos animais não se alterou significativamente nos tratamentos com pastejo em alfafa.

Tabela 4 – Margem de lucro/controle nos diversos tratamentos de pastejo em alfafa na Embrapa Pecuária Sudeste durante o mês de março de 2014 (época da seca).

Variável	Controle	1 hora	2 horas	4 horas
Consumo de alfafa (kg de MS)	-	2,75	5,08	6,17
Consumo de silagem (kg de MS)	10,08	9,05	6,43	5,72
Consumo de concentrado (kg de MS)	8,3	7,02	6,28	5,20
Consumo total (kg de MS)	18,45	18,33	17,79	18,09
Produção de leite (L por vaca por dia)	26,28	26,18	25,69	26,09
Peso dos animais (kg)	561,75	573,69	548,23	571,19
Custo da dieta (R\$.kg ⁻¹)	0,53	0,48	0,47	0,43
Custo do concentrado (R\$.kg ⁻¹)	0,98	0,95	0,91	0,91
Custo por litro de leite (R\$)	0,41	0,38	0,36	0,33
Custo da dieta por vaca por dia (R\$)	10,81	9,99	9,17	8,62
Margem de lucro por controle (%)	-	2,77	5,05	7,52

Fonte: COMERON et al. (2015)

“Para prevenir casos de timpanismo com alfafa, o INTA recomenda a sua desidratação por quatro horas após o corte.” (VILELA, COMERÓN e SOARES, 2020). Essa técnica é recomendada para áreas mais extensas por exigir máquinas apropriadas e por trazer outros benefícios: reduz a perda da forragem durante o consumo e permite um rebrote uniforme da área. Em áreas onde há fezes após o pastejo, os animais não consomem a forragem, mas com o corte antecipado se reduz estas ocorrências (COMERON et al., 2015).

Por fim, segundo Vilela, Comerón e Soares (2020), pode-se concluir que há várias vantagens na produção de leite a pasto de alfafa, mas duas se destacam. A primeira é relativa à redução do custo de produção, visto que a alfafa reduz o requerimento de concentrado; e a segunda se refere ao ambiente, eliminando a necessidade de aplicação de fertilizantes nitrogenados.

2.11.2.2 Produção de carne a pasto de alfafa

Quando manejados com carga animal adequada, pastos de alfafa, puros ou consorciados com outras espécies, especialmente da família das Poaceas, geram lucratividade à atividade (KLOSTER e ZANIBONI, 2007). Latimori, Kloster e Amigone (1995, *apud* VILELA, COMERÓN e SOARES, 2020) analisaram os resultados de quatro anos de suplementação de alfafa no outono com grãos de sorgo ou milho a 0,7% PV e obtiveram ganhos de peso individual de 250 g.dia⁻¹ em relação ao tratamento controle. Em pastagens com baixa oferta de alfafa (1,6 kg MS.100 kg de PV⁻¹), Kloster, Latimore e Amigone (2004) fizeram a suplementação com dois níveis de grão de milho (0,5 e 1 kg.100 kg de PV⁻¹) e dois níveis de silagem de milho (0,7 e 1,4 % PV) e, em todos os casos, observaram uma resposta positiva no ganho de peso proporcionalmente à suplementação.

Schmidt et al. (2013) compararam o valor de marmoreio e a cor da carne produzida com alfafa em relação a outras espécies e não detectaram diferenças. Não obstante, os autores notaram que a alfafa produzia carnes com maior maciez e, ao ser oferecida aos consumidores, foi preferida. Já Wright et al. (2015) não confirmaram essas diferenças quando compararam carne oriunda de pastejo com gramíneas em relação à alfafa e feijão fradinho. Além disso, não foram observadas diferenças na porcentagem de lipídios e de proteínas e na composição mineral da carne nestes dois trabalhos citados.

2.11.3 Conservação da forragem

As pastagens normalmente apresentam irregularidade na oferta e na qualidade da forragem ao longo do ano. Desta forma, a produção e conservação de forragem de elevado valor nutritivo, tais como ensilagem e fenação, permitem explorar de modo mais eficiente o potencial produtivo das plantas forrageiras (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Além da silagem e do feno, outros dois processos de conservação merecem destaque: a peletização da forragem desidratada e a silagem pré-secada (CÂNDIDO et al., 2008).

2.11.3.1 Feno

O princípio básico da fenação resume-se na conservação do valor nutritivo da forragem por meio da rápida desidratação, para que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos, seja paralisada (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Os mesmos autores salientam que as operações envolvidas no processo de fenação são: corte, revolvimento da forragem, enleiramento, enfardamento, recolhimento e armazenamento dos fardos.

Segundo Rotz (1995, *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020), a forragem ao ser cortada para fenação contém de 70 a 80% de umidade. “Durante a secagem, alguma atividade enzimática prossegue e nutrientes podem ser perdidos e, por isso, quanto mais rapidamente ocorrer a secagem, menor será a perda de valor nutritivo.” (HARRIS e TULLBERG, 1980, *apud* FERREIRA et al., 2008). Enquanto isso, as perdas devido à ocorrência de chuvas durante a secagem no campo podem chegar a mais de 30% da MS (MUCK e SHINNERS, 2001).

Por muitos anos, as segadeiras de barra têm sido utilizadas no corte, principalmente por serem máquinas simples e baratas (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Segundo os mesmos autores, a desvantagem desse equipamento é a baixa velocidade de operação, além de promover dilaceração dos caules, o que prejudica a rebrota das plantas e reduz a persistência do estande. Por outro lado, as segadeiras de disco giratório desenvolvem mais velocidade do que as de barra, mas o seu desempenho é limitado pela habilidade do operador e esta máquina tem um alto custo de operação, pois requer quatro vezes mais potência (FERREIRA et al., 2008).

“A utilização de segadeiras condicionadoras que promovem o esmagamento dos caules acelera a taxa de secagem, pois elas aumentam a perda de água desta fração e reduzem

pela metade o tempo de secagem de plantas forrageiras.” (ROTZ, 1995 *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Já as roçadeiras não devem ser utilizadas neste processo, pois além de dilacerarem os caules, picam a forragem, o que dificulta o recolhimento e resulta em substancial perda de matéria seca (FERREIRA et al., 2008). Durante a secagem da alfafa, a manipulação da leira pode acelerar e uniformizar este processo (ROTZ, 2001). “O uso de ancinhos para promover a inversão das leiras não se aplica em leguminosas, contudo ele é benéfico após chuvas ou quando as condições de secagem são inadequadas.” (ROTZ, 1995, *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020).

Uma prática que pode ser realizada em algumas situações é a secagem artificial da forragem, o que propicia a obtenção de feno de qualidade superior, com poucas perdas. Ela pode ser feita mediante ventilação forçada ou com ar quente em secadores especiais (CÂNDIDO et al., 2008).

A forragem deve ser enfardada quando atingir entre 15 a 20 % de umidade, coincidindo com 80 a 85 % de MS (Figura 35) (FERREIRA et al., 2008). De acordo com Moser (1995, *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020), fenos armazenados com umidade acima de 15% favorecem o desenvolvimento de fungos e podem causar aquecimento da forragem, este fato sendo evidenciado pela mudança na sua cor, sendo que a cor verde é alterada para vários tons de marrom.

Figura 34 – Feno de alfafa.



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

A respeito do desenvolvimento de fungos, é importante considerar que, além das alterações na composição química, este fato pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manuseiam os fenos, devido à produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (REIS e RODRIGUES, 1998).

Segundo Costa e Resende (2006), “o feno deve ser armazenado em galpões arejados, protegidos da umidade, e os fardos devem ser dispostos em pilhas sobre estrados de madeira, evitando-se o contato com o piso.” Além disso, uma grande variedade de produtos químicos, conhecidos como aditivos, podem ser aplicados em fenos armazenados com alto teor de água para controlar o crescimento de microrganismos, destacando-se o diacetato de sódio, ácido propiônico, propionato de amônio, ureia e amônia anidra (COLLINS, 1995, *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020).

Segundo Oliveira et al. (2008), na região das Missões do Rio Grande do Sul, o número médio de cortes dos alfafais é de oito por ano, com produtividade anual de aproximadamente 10.000 kg.ha⁻¹ de feno. Conforme os mesmos autores, praticamente toda a produção de alfafa da região é transformada em feno e destinada à comercialização para outras regiões do estado e também do país.

2.11.3.2 Silagem

A conservação da alfafa como silagem (Figura 36) é menos conhecida do que a conservação na forma de feno (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). A ensilagem é o método de conservação da forragem mediante um processo anaeróbico (sem a presença de oxigênio), com objetivo de produção de ácidos durante a fermentação que reduzem o pH do meio, controlando, assim, a atividade de microrganismos (FERREIRA et al., 2008). A silagem é armazenada com 70 a 60 % de água e 30 a 40 % de MS (JUAN e ROSSI, 2007).

Figura 35 – Silagem de alfafa.



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

Embora apresente elevado valor nutritivo, a alfafa possui características indesejáveis para o adequado processo de ensilagem, tais como alto teor de água no momento do corte,

alto poder tampão (capacidade de resistir à variações do pH), baixos teores de carboidratos solúveis e caule tubular oco, o que impede a completa retirada do ar no momento da ensilagem (FERREIRA et al., 2008). Uma forma de contornar esta situação é a forragem passar por um processo de emurchecimento ou ser ensilada com aditivos (PEREIRA, RIBEIRO e CHIZZOTTI, 2005).

As perdas totais de matéria seca e de nutrientes durante o processo de ensilagem da alfafa podem variar entre valores mínimos de 3% a 6% em condições adequadas a até 70% ou mais quando a forragem ensilada sofrer sérias alterações (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020).

2.11.3.3 Péletes

Métodos de processamento do feno como moagem e peletização podem ser utilizados para reduzir as perdas das folhas das forrageiras, onde as proteínas estão mais concentradas; diminuir a poeira; estimular a maior ingestão de matéria seca e facilitar o transporte e distribuição aos animais (BEAUCHEMIN, RODE e ELIASON, 1997).

Loch (2014) afirma que:

A peletização é o processo de aglomeração das partículas da forragem desidratada e moída, por meio da combinação de umidade, pressão e calor, melhorando o valor nutricional e a palatabilidade do alimento, podendo ser compactada na forma de péletes ou cubos de alta densidade, resultando num teor de umidade de 10% ao fim do processo.

A alfafa em péletes (Figura 37) possui como vantagens a manutenção das características de cor, aroma e sabor por mais tempo; melhora a conservação e preservação contra insetos e fungos; e proporciona economia no transporte e armazenamento (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Entretanto, cuidados devem ser tomados devido à fina moagem do feno no processo de produção, sendo que a redução da porção fisicamente efetiva da fibra diminui proporcionalmente a produção de ácido acético no rúmen, causando, eventualmente, queda no teor de gordura no leite (UDÉN, 1988, *apud* RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020).

Figura 36 – Péletes de alfafa.



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

2.11.3.4 Silagem pré-secada

A silagem pré-secada ou haylage (Figura 38) é um alimento volumoso com umidade entre 40 e 60%, conservado sob fermentação e crescimento bacteriano limitado (JUAN e ROSSI, 2007). É armazenado na forma de rolos ou fardos de 400 a 600 kg, revestidos de filme plástico para que a condição interna seja de anaerobiose (JIMENEZ FILHO, 2013).

Figura 37 – Silagem pré-secada de alfafa.



Fonte: FERREIRA et al. (2008)

A forragem destinada à produção de silagem pré-secada deve ser cortada quando estiver no estágio vegetativo, com um equilíbrio entre a produção de matéria seca e a qualidade nutricional (RUGGIERI, MARQUES e REIS, 2020). Após o corte, a forragem deve permanecer no campo desidratando por cerca de quatro a seis horas, até atingir umidade de 55 a 45% (FERREIRA et al., 2008). Nessa etapa, Ruggieri, Marques e Reis, (2020) destacam que utilizam-se ancinhos para virar a leira e melhorar a aeração da forragem segada, permitindo uma secagem mais rápida e uniforme; ou também se pode utilizar uma segadeira condicionadora, para macerar o caule das forragens e otimizar a taxa de secagem.

“Após a secagem, o material deve ser recolhido, picado em partículas de dois a três centímetros para melhorar a compactação do fardo, enfardado e envolvido em filme plástico, mantendo assim a compactação e vedação da entrada de oxigênio.” (FERREIRA et al., 2008).

Conforme Ruggieri, Marques e Reis (2020), a produção de pré-secado apresenta alguns entraves, como a aquisição de equipamentos específicos para o envolvimento do fardo em filme plástico e o elevado custo desse filme; porém, possui uma série de vantagens, como necessitar de menor tempo de exposição às variáveis climáticas durante o processo de desidratação em comparação ao feno, não necessitar de um espaço protegido para armazenamento e facilidade de fornecimento aos animais.

2.11.4 Produção de sementes

A produção de sementes de alfafa é uma agricultura especializada, na qual é muito importante seguir os requisitos climáticos, de fertilidade do solo, densidade de plantio, controle de pragas, de plantas daninhas e de doenças, de polinização e de manejo de água (MARBLE, 1986, *apud* BASIGALUP, 2020), conforme já foi comentado nos itens anteriores, mas havendo algumas particularidades em relação ao cultivo para produção de forragem.

Segundo Moschetti et al. (2007):

As condições climáticas que favorecem a produção de sementes são: a) período de crescimento de ao menos 150 dias de duração; b) temperaturas médias durante a floração de 24 a 25° C durante o dia e ao menos 18° C durante a noite, com ar relativamente seco (umidade relativa menor que 50%); c) alta luminosidade e ausência de ventos fortes durante a floração, com poucos dias nublados e frescos; d) dias longos, com um mínimo de 14 h de luz; e e) distribuição de chuvas ou irrigação que favoreça crescimento vegetativo controlado e que, através de redução gradual da umidade do solo após a floração, possibilite adequado crescimento reprodutivo.

Em zonas úmidas e com chuvas frequentes nos períodos de maturação e colheita, a produção de sementes é reduzida (50 a 100 kg.ha⁻¹); enquanto que, em climas áridos, onde se pode controlar a irrigação, a produção pode chegar a 1.000 kg.ha⁻¹ (ECHEVERRIA, 1993, *apud* BASIGALUP, 2020). Assim, chuvas de apenas 5 mm nesse período podem provocar queda de vagens e causar perdas de sementes; e chuvas de 10 a 20 mm podem resultar em perdas de até 75% da produção, se a semente estiver seca, no ponto de ser colhida (MARBLE, 1987, *apud* BASIGALUP, 2020).

Ainda que a alfafa seja uma espécie de dias longos, a resposta ao comprimento do dia também é influenciada por níveis de radiação solar e temperatura; sendo que, de modo geral, a formação de flores é favorecida por um mínimo de 12 h de luz, com alta intensidade luminosa

e temperaturas mínimas acima de 20° C (FICK, HOLT e LUGG, 1988, *apud* FERREIRA et al., 2008). Segundo os mesmos autores, temperaturas muito altas ou ventos secos podem provocar significativa queda de flores e/ou afetar o desenvolvimento das sementes, aumentar a proporção de sementes duras e diminuir seu vigor (FICK, HOLT e LUGG, 1988, *apud* FERREIRA et al., 2008).

As densidades de semeadura em cultivos de alfafa destinados à produção de sementes devem ser consideravelmente mais baixas que as empregadas para a produção de forragem, sendo que se recomenda até 1 kg.ha⁻¹ em fileiras espaçadas de 0,7 a 1 m (ECHEVERRIA, MOSCHETTI e MARTÍNEZ, 1995, *apud* BASIGALUP, 2020). Entretanto, este valor pode variar, sendo que na Austrália se utilizam densidades de semeadura mais elevadas (4 a 6 kg.ha⁻¹) e espaçamentos menores (17,5 a 20 cm) (BASIGALUP, 2020). O mesmo autor comenta que o ideal é depositar 4 a 5 sementes a cada 20 ou 30 cm da linha de semeadura, a fim de se obter grupos de plantas e não plantas individuais.

Para produzir semente em quantidade e qualidade, a alfafa requer polinização cruzada (alogamia) (BASIGALUP, 2020). A polinização deficiente é um dos fatores que mais dificulta a produção de sementes de alfafa, sendo que na ausência de insetos polinizadores, a grande maioria das sementes provém da autofecundação, o que dará origem a plantas com baixo vigor e limitada produção de forragem e sementes (FERREIRA et al., 2008).

“Com autofecundação, somente 35% das flores fecundadas formam vagens, enquanto na polinização cruzada esse valor chega a 60%.” (BASIGALUP, 2020). Em geral, rendimentos de sementes de 50 a 150 kg.ha⁻¹ e 1 a 3 sementes por vagem indicam alto nível de autofecundação; enquanto que rendimentos acima de 500 kg.ha⁻¹ indicam polinização cruzada, chegando a produzir 9 sementes por vagem (MOSCHETTI et al., 2007).

A respeito da colheita de sementes de alfafa, há dois métodos: a) corte, enleiramento e trilha; e b) colheita direta, com prévia dessecação (BASIGALUP, 2020). Utiliza-se o primeiro método quando é necessário colher cultivares de maturação tardia com uma significativa percentagem de vagens imaturas, com uma alta proporção de sementes verdes, que terminam de amadurecer após o enleiramento (MOSCHETTI e DELL' AGOSTINO, 1982). Por sua vez, a colheita direta permite reduzir a incidência dos fatores ambientais, como chuvas, alta umidade relativa ou ventos (DELL' AGOSTINO, 1990, *apud* FERREIRA et al., 2008).

Se for utilizado o sistema de enleiramento, a cultura deve ser cortada quando cerca de 70% das vagens apresentarem cor marrom-escura, mas antes de começarem a abrir; e a operação deve ser feita durante as horas do dia com maior umidade do ar, ou quando as folhas estão úmidas por efeito do orvalho (STANGER e THORP, 1974, *apud* BASIGALUP, 2020).

A semente está pronta para ser trilhada quando o grau de umidade oscilar entre 12% e 18%; e sob condições ótimas de trabalho, as perdas na barra de corte da enleiradeira não devem exceder os 10 kg.ha⁻¹ (BASIGALUP, 2020).

“Para a implementação do sistema de colheita direta, o dessecante químico deve ser aplicado quando pelo menos 80 a 85 % das vagens apresentarem cor marrom-escura.” (BASIGALUP, 2020). Se o cultivo apresenta abundante folhagem, ou se está com alta infestação de plantas daninhas, é mais eficaz efetuar duas aplicações com intervalos de 2 a 4 dias (MOSCHETTI e DELL' AGOSTINO, 1982). Para evitar perdas por deiscência (abertura de vagens), a colheita deve ser iniciada quando o teor de água das folhas e vagens situa-se na faixa de 15 a 20 % em aproximadamente 50% das hastes (BASIGALUP, 2020). O mesmo autor cita que, se as recomendações técnicas de ajuste dos implementos são seguidas, as perdas na colheita raramente ultrapassam 10 a 20 kg.ha⁻¹.

“Os dessecantes químicos aplicados devem ser herbicidas de contato, que não se translocam na planta nem alcançam a coroa ou suas raízes, tendo efeito temporário e não afetando o rebrote posterior das plantas.” (BASIGALUP, 2020). Segundo o mesmo autor, os produtos mais usados são diquat e paraquat (atualmente suspenso no Brasil), em doses de 1 a 4 L.ha⁻¹ de produto comercial, com um volume de calda não inferior a 100 L.ha⁻¹ em aplicações terrestres, e de 20-25 L.ha⁻¹ em aplicações aéreas; e recomenda-se o uso de espalhante adesivo não iônico, em concentrações de 0,10% a 0,50%.

A aplicação de dessecantes químicos não afeta a qualidade nem o valor cultural dos lotes de sementes colhidos, embora ocasionalmente possa aumentar a proporção de sementes duras (MOSCHETTI e DELL' AGOSTINO, 1982, *apud* BASIGALUP, 2020).

3 CONCLUSÃO

As características da alfafa, como elevada produção, qualidade e digestibilidade de forragem fazem com que ela tenha papel importante na melhoria da qualidade das dietas animais. Esta cultura é uma alternativa promissora para agregar qualidade em dietas baseadas em volumosos tropicais, a exemplo de espécies dos gêneros *Cynodon* e *Panicum*.

Há dificuldades para a expansão da cultura no Brasil. Todavia, com o conhecimento de suas exigências e manejos culturais, aliados à continuidade de pesquisas, especialmente voltadas ao desenvolvimento de novas cultivares, a alfafa pode aumentar consideravelmente a sua área de cultivo no território nacional.

Por fim, salienta-se a importância da elaboração de revisões bibliográficas. Trabalhos como este tem a capacidade de reunir informações diversas a respeito do mesmo assunto em um documento só, resumindo o que vários outros autores comprovaram, dando assim uma grande confiança quanto à veracidade do que está escrito.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A.P.S. Insetos praga da alfafa. In: MITTELMANN, A.; LÉDO, F.J.S.; GOMES, J.F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Pelotas/RS: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora/MG: Embrapa Gado de Leite. 1ª edição, 2008. 70p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746530/1/livroalfafa.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Época de plantio de alfafa (*Medicago sativa*) na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.24, n° 4, p. 510-511, 1995.
- ANCHÃO, P.P. **Interação microbiológica de fungicidas no tratamento de sementes de alfafa visando a redução da taxa de sementeira**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1995. 84 p.
- ARAGÓN, J.R.; IMWINKELRIED, J.M. Plagas de la alfafa. In: INTA. **Alfafa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 83-104.
- BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. **Southern forages**. 4th. ed. Lawrenceville, Georgia: International Plant Nutrition Institute, 2007. 322p.
- BARCELLOS, J.M. **A cultura da alfafa**. Embrapa. Comunicado técnico, N° 56, julho de 1990. 12p.
- BASIGALUP, D.H. Produção de sementes. In: BERNARDI, A.C.C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.
- BASIGALUP, D.H. Producción de alfalfa en Argentina. In: JORNADA NACIONAL DE FORRAJES CONSERVADOS, 7., 2016, Buenos Aires. [Resúmenes...] Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2016. p. 83-85.
- BEAUCHEMIN, K.A.; RODE, L.M.; ELIASON, M.V. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 2, p. 324-333, 1997.
- BERNARDI, A.C.C. et al. Produção, estado nutricional e qualidade da alfafa sob pastejo e ocorrência de plantas daninhas em resposta à calagem, gessagem e adubação potássica. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, p. 67-74, 2013.
- BERNARDI, A.C.C.; MOREIRA, A.; FERREIRA, R.P. Correção do solo, adubação e plantio. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

BRIGHENTI, A.; CASTRO, C. Controle de plantas daninhas em alfafa. In: FERREIRA, R. P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 54-93.

BRIGHENTI, A.M.; KARAM, D. Controle de plantas daninhas. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 9 nov. 2023.

CÂNDIDO, M.J.D. et al. Técnicas de fenação para a produção de leite. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA PECNORDESTE, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Faec, 2008. v. 1, p. 261-298.

CARVALHO, J.G.; ASSIS, R.P.; MOREIRA, A. Necessidade de calagem para cultura da alfafa. In: BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; PASSOS, L.P.; VILELA, D. **Workshop sobre potencial forrageiro da alfafa (Medicago sativa L.) nos trópicos**. Juiz de Fora: CNPGL, 1994. p.117-125.

CAVERO, J. et al. Alfalfa forage production under solid-set sprinkler irrigation in a semiarid climate. **Agricultural Water Management**, v. 191, p. 184- 192, Sept. 2017.

COMERON, E.A. et al. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 9 nov. 2023.

COMERON, E.A.; ROMERO, L.A. Utilización de la alfalfa por vacas lecheras em pastoreo. In: BASIGALUP, D. H. **El cultivo de la Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones Inta, 2007. p. 303-331.

COSTA, J.L.; RESENDE, H. **Produção de feno de gramíneas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. Instrução técnica para produtor.

CUNHA, S.B.Z.; SOUSA, C.R.; BERTI-FILHO, E. Flutuação sazonal de afídeos e seus predadores em cultura de alfafa. **Revista de Agricultura**, v. 91, n. 3, p. 230-239, 2016.

DALL'AGNOL, M.; SCHEFFER-BASSO, S.M. Produção e utilização de alfafa. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 265-295.

DELL' AGOSTINO, E. Control de malezas en el cultivo de alfalfa para semilla. In: JORNADAS DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE ALFALFA, 1., 1990, San Juan. **[Resúmenes...]** San Juan: INTA-EEA, 1990. p. 68-72.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Roma: FAO, 1994. 306 p.

DREAMSTIME. **Cuscuta fotos de stock**. Site da internet, s/a. Disponível em: <<https://es.dreamstime.com/photos-images/cuscuta.html>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

EARDLY, B. et al. Biogeography of a novel *Ensifer meliloti* clade associated with the Australian legume *Trigonella suavissima*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 83, n. 10, 2017.

EVANGELISTA, A.R.; BUENO, V.H.P. Pragas da cultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1999, Piracicaba. **Fundamentos do pastejo rotacionado: anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 175-198.

EVANGELISTA, A.R.; REIS, S.T. **A cultura da alfafa**. Lavras: UFLA, FAEPE, 1995. 10 p.

FAVERO, D. **Morfofisiologia comparada de populações de alfafa de diferentes hábitos de crescimento**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo. 2006. 110 f.

FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 20 nov. 2023.

FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 469p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336072904_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_nos_tropicos>. Acesso em: 5 nov. 2023.

FERREIRA, R.P. et al. Manejo da forragem. In: BERNARDI, A.C.C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

FERREIRA, R.P.; VILELA, D. Potencial de utilização da alfafa. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 9 nov. 2023.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. Embrapa. 2ª edição. Brasília – DF, 2012. 544p. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119972/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

FONTES, P.C.R.; VILELA, D.; MARTINS, C.E. Estabelecimento da cultura de alfafa. In: CARVALHO, L. A.; VILELA, D. **Cultura da alfafa: estabelecimento, fenação, custo de produção e construção de um secador estático**. Coronel Pacheco: EMBRAPA CNPGL, 1994. p. 1-11.

GALLO, D. et al. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIECO, J.O.; BASIGALUP, D.H.; PORTO, M.D.M. Doenças. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 9 nov. 2023.

GIECO, J.O.; BASIGALUP, D.H.; PORTO, M.D.M. Identificação e manejo das doenças. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

GRÜTZMACHER, A.D.; MARTINS, J.F.S.; CUNHA, U.S. Insetos pragas das culturas do milho e sorgo no agroecossistema de várzea. In: PARFITT, J.M.B. **Produção de milho e sorgo na várzea**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 87-101.

HIJANO, E.H. **Alfafa, protección de la pastura**. Manfredi: INTA/EEA, 1993. 112 p.

HIJANO, E.; NAVARRO, A. **La Alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 207-238.

HONDA, C.S.; HONDA, A.M. **Cultura da alfafa**. Cambará: Iara, 1990. 245p.

INTERNATIONAL TRADE CENTER. **Current job openings**. 2017. Disponível em: <<http://legacy.intracen.org/>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

JIMENEZ FILHO, D.L. Fenos e pré-secados. **PubVet**, v. 7, n. 25, p. 1-12, 2013.

JUAN, N.A.; ROSSI, E.M.V. Producción de heno, silaje y henolaje de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. (Ed.). **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 355- 387.

KALU, B.A.; FICK, G.W. Quantifying morphological development of alfalfa for studies of herbage quality. **Crop Science**, v. 21, n. 2, 1981. p. 267-271.

KARAM, D.; BRIGHENTI, A.M. Identificação e controle de plantas daninhas. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

KEPLIN, L.A.S.; SANTOS, I.R. Alfafa: estratégia de correção do solo, adubação de manutenção, estabelecimento e manejo da cultura. **Jornal da DIRAT**, Carambeí-Castro, n. 84, p. 17-24, jul/ago 1991.

KLOSTER, A.M.; LATIMORI, N.J.; AMIGONE, M.A. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. **RIA**, v. 33, n. 1, p. 101-116, 2004.

KLOSTER, A.M.; ZANIBONI, C.M. Manejo y utilización de pasturas de alfalfa en producción de carne. In: BASIGALUP, D. (Ed.). **El cultivo de alfalfa en Argentina**. Buenos Aires: INTA Ediciones, 2007. p. 277-301.

KOPP, M.M.; PEREIRA, A.V.; FERREIRA, R.P. Cultivares de alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R. P.; BASIGALUP, D. H.; GIECO, J. O. **Melhoramento genético da alfafa**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. p. 309-331.

KORNELIUS, E.; RITCHEY, K.D. Comportamento da alfafa em diferentes níveis de acidez do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 241-246, fev. 1992.

KUWAHARA, F.A. et al. Performance of dairy cows under grazing alfalfa: nutritional management for the summer season. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 51., 2014, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014.

LÉDO, F.J.S. et al. Melhoramento genético de alfafa na Embrapa. In: MITTELMANN, A.; LÉDO, F.J.S.; GOMES, J.F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Pelotas/RS: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora/MG: Embrapa Gado de Leite. 1ª edição, 2008. 70p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746530/1/livroalfafa.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

LOCH, B.L.G. **Utilização do feno de alfafa (*Medicago sativa*) peletizado e natural em rações para coelhos**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. 28p.

MENDONÇA, F.C.; RASSINI, J.B. Manejo da irrigação. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_dairy_cattle>. Acesso em: 14 nov. 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 22 nov. 2023.

MONTEIRO, A.L.; CORSI, M.; CARVALHO, D.D. Frequência de corte e intensidade de desfolha em duas cultivares de alfafa (*Medicago sativa*, L). 1. peso, número, produção estacional e dinâmica de aparecimento das brotações basilares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 446-452, 1999.

MONTEIRO, A.L.G. Fisiologia do crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 16., 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 23-45.

MONTSE, M.R. **Alfafa**. Botânico Serrat. 22/10/2014. Disponível em: <<https://botanicmontserrat.blogspot.com/2014/10/alfafa.html>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MOREIRA, H.J.C.; ARAGÃO, F.D. **Manual de pragas da soja**. Campinas, SP. FMC Produtos Agrícolas, 2009. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/downloads/Manual_de_pragas_de_soja%20\(1\).pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/Manual_de_pragas_de_soja%20(1).pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2023.

MOREIRA, A.; BERNARDI, A.C. C.; RASSINI, J.B. Correção do solo, estado nutricional e adubação da alfafa. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 95-137.

MOREIRA, A.; CARVALHO, J.G.; EVANGELISTA, A.R. **Efeito de doses de enxofre na produção e composição mineral da alfafa**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 32, n. 5, p. 533-538, 1997.

MOREIRA, A. et al. **Fertilidade do solo e estado nutricional da alfafa cultivada nos trópicos**. Embrapa. São Carlos – SP. Documentos 67, 2007.

MORENO-PIZANI, M.A.; MENDONÇA, F.C. Demanda hídrica. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

MOSCARDI, F. et al. Artrópodes que atacam as folhas da soja. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 213-334.

MOSCHETTI, C.J. et al. Producción de semilla de alfalfa. In: BASIGALUP, D. H. **El cultivo de la alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2007. p. 405-448.

MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 753-762.

NUERNBERG, N.J.; MILAN, N.A.; SILVEIRA, C.A.M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri, 1992. 86 p.

NUERNBERG, N.J.; MILAN, P.A.; SILVEIRA, C.A.M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: EMPASC, 1990. 102 p.

OLIVEIRA, L.F. et al. A alfafa no Rio Grande do Sul. In: MITTELMANN, A.; LÉDO, F.J.S.; GOMES, J.F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Pelotas/RS: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora/MG: Embrapa Gado de Leite. 1ª edição, 2008. 70p. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746530/1/livroalfafa.pdf>>.

Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA, P.P.A.; LÉDO, F.J.S. O uso de alfafa para pastejo bovino. In: MITTELMANN, A.; LÉDO, F.J.S.; GOMES, J.F. **Tecnologias para a produção de alfafa no Rio Grande do Sul**. Pelotas/RS: Embrapa Clima Temperado; Juiz de Fora/MG: Embrapa Gado de Leite. 1ª edição, 2008. 70p. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/746530/1/livroalfafa.pdf>>.

Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S. Estabelecimento da cultura. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 16., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 67-93.

PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; CHIZZOTTI, F.H.M. Potencial do gênero *Medicago* para produção de ruminantes: realidades e perspectivas. In: REIS, R.A. et al. **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2005. p. 281-308.

PEREZ, N.B. **Melhoramento genético de leguminosas de clima temperado – alfafa (*Medicago sativa* L.) e cornichão (*Lotus corniculatus* L.) – para aptidão ao pastejo**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003. 174p.

POOLE, G.; PUTNAM, D.; ORLOFF, S. Considerations in choosing an alfalfa variety. In: CALIFORNIA ALFALFA AND FORAGE SYMPOSIUM, 33., 2003, Monterey. **Proceedings...** Davis: University of California, Department of Agronomy and Range Science Extension, 2003. p. 191-200.

RAMÍREZ-BAHENA, M. H. et al. Alfalfa microsymbionts from different ITS and *nodC* lineages of *Ensifer meliloti* and *Ensifer medicae* symbiovar *meliloti* establish efficient symbiosis with alfalfa in Spanish acid soils. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 99, n. 11, p. 4855-4865, June 2015.

RASSINI, J.B. et al. Cultivo e estabelecimento. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 8 nov. 2023.

RASSINI, J.B.; FERREIRA, R.P.; CAMARGO, A.C. Cultivo e estabelecimento da alfafa. In: FERREIRA, R.P.; RASSINI, J.B.; RODRIGUES, A.A.; FREITAS, A.R.; CAMARGO, A.C.; MENDONÇA, F.C. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 39-79. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/39714/1/Cultivo-Estabelecimento-Alfafa18201-1.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

RASSINI, J.B.; FERREIRA, R.P.; BARIONI JUNIOR, W. **Controle de plantas daninhas com herbicidas de manejo no cultivo de alfafa (*Medicago sativa*)**. Embrapa, Circular técnica 58. São Carlos – SP, 2009. 7p.

RASSINI, J. B. **Inoculação de alfafa**: fixação biológica do nitrogênio. São Carlos: Embrapa-CPPSE, 2000. 5 p.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Aditivos para a produção de fenos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 109-152.

RODRIGUES, A.A.; COMERÓN, E.A.; VILELA, D. Utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. In: FERREIRA, R.P.; RASSINI, J.B.; RODRIGUES, A.A.; FREITAS, A.R.; CAMARGO, A.C.; MENDONÇA, F.C. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 345-378. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/39880/1/Utilizacao-Alfafa-Pastejo18205-1.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

RODRÍGUEZ, N.E. et al. Origem, disseminação, morfologia e fenologia. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

ROMERO, N.A. et al. **Efecto de la duración del período de pastoreo sobre la persistencia y producción de alfalfa con distinto reposo invernal**. Anguil: INTA/EEA, 1995.

ROTZ, C.A. Mechanization: planning and selection of equipment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 763-768.

RUGGIERI, A.C.; MARQUES, R.O.; REIS, R.A. Produção de feno, péletes, silagem e pré-secado. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SCHMIDT, J.R. et al. Effect of summer forage species grazed during finishing on animal performance, carcass quality, and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4451-4461, Sept. 2013.

SEMENIUK, G. Yellow leaf blotch. In: GRAHAM, J.H.; STUTEVILLE, D.L.; FROSHEISER, F.I.; ERWIN, D.C. **A compendium of alfalfa diseases**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1979. p. 20.

SHIFINO-WITTMANN, M.T.S. Alfafa. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 89- 120.

SILVA, A.C.; BUENO, V.H.P.; FAVA, F.D. Identificação e controle das pragas. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SILVA, A.C.; PAES, V.H.B.; FAVA, F.D. Pragas. In: FERREIRA, R.P. et al. **Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa Sudeste. Brasília – DF, 2015. 160p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275581199_Cultivo_e_utilizacao_da_alfafa_em_pastejo_para_alimentacao_de_vacas_leiteiras_Growth_and_use_of_grazed_alfalfa_to_feed_da_iry_cattle>. Acesso em: 8 nov. 2023.

SILVA, W. et al. Avaliação da eficiência de herbicidas no controle de plantas daninhas em alfafa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 729-735, 2004.

SOARES, L.H.B.; MICHEL, D.C.; ZILLI, J.E. Fixação biológica do nitrogênio. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – NÚCLEO REGIONAL SUL. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Gráfica e Editora Pallotti: Santa Maria – RS, 11ª edição, 2016. 376p.

TEDESCO, M. J. et al. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: CQFS-RS/SC, 2004. 394 p.

TEUBER, L.R. et al. Fall dormancy. In: FOX, C.; BERBERET, R.; GRAY, F.; GRAU, C.; JESSEN, D.; PETERSON, M. **Standard test to characterize alfalfa cultivars**. 3rd ed. Beltsville: North American Alfalfa Improvement Conference, 1998. p. A-1. Agronomic tests.

VIANDS, D.R.; SUAN, P.; BARNES, D.K. Pollination control: mechanical and sterility. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. K.; HILL, R. R. **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 931-960.

VILELA, D.; COMERÓN, E.A.; SOARES, A.B. Alfafa na alimentação de vacas de leite. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MU_LTIPLoS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

VILELA, D. et al. Comparação de um sistema de pastejo rotativo em alfafa com um sistema de confinamento para vacas de leite. **Archivo Latinoamericano de producción animal**, v. 2, n. 1, p. 69-84, 1994.

VILELA, D. et al. Prioridades de pesquisa e futuro da alfafa no Brasil. In: FERREIRA, R.P.; RASSINI, J.B.; RODRIGUES, A.A.; FREITAS, A.R.; CAMARGO, A.C.; MENDONÇA, F.C. **Cultivo e utilização da alfafa nos trópicos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. p. 441-455. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/47404/prioridades-de-pesquisa-e-futuro-da-alfafa-no-brasil>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

VILELA, D. Potencialidade do pasto de alfafa (*Medicago sativa* L.) para produção de leite. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRA DA ALFAFA (*Medicago Sativa* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 205-217.

VILELA, D.; JUNTOLLI, F.V. Alfafa: potencial para apoiar a expansão da pecuária e os sistemas agroalimentar e agroindustrial da América Latina. In: BERNARDI, A. C. C. et al. **Alfafa: do cultivo aos múltiplos usos**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Brasília – DF, 2020. 273p. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/352790158_ALFAFA_DO_CULTIVO_AOS_MULTIPLOS_USOS>. Acesso em: 12 nov. 2023.

WERNER, J.C. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p. 245-258.

WRIGHT, A.M. et al. Effect of forage type with or without corn supplementation on animal performance, beef fatty acid composition, and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 93, n. 10, p. 5047-5058, Oct. 2015.