

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MORFOFISIOLOGIA COMPARADA DE POPULAÇÕES DE
ALFAFA DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO**

DANIELA FAVERO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, maio de 2006

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MORFOFISIOLOGIA COMPARADA DE POPULAÇÕES DE
ALFAFA DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO**

**DANIELA FAVERO
(Bióloga)**

**Orientador: Prof^a. Dr^a. Simone Meredith Scheffer-Basso
Co-orientador: Prof. PhD Miguel Dall’Agnol**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, maio de 2006

AGRADECIMENTOS

À professora Simone Meredith Scheffer-Basso, pela sua orientação, pelos seus ensinamentos, apoio, confiança e principalmente pela amizade.

Ao professor Miguel Dall’Agnol, por compartilhar a idéia deste trabalho e por suas sugestões como co-orientador.

À CAPES Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudos.

À professora Dileta Cechetti, pela cooperação e auxílio na realização da análise estatística.

Ao professor Roberto Serena Fontaneli, pela disponibilidade e auxílio nas determinações realizadas com o NIRS.

À Daniquelen Seco, amiga e bolsista da UPF, pela dedicação e colaboração nos trabalhos.

Aos meus queridos pais, Hélio e Vera Favero, ao meu irmão Rafael e ao meu noivo Leandro Mozena, pela ajuda, apoio, incentivo e pela força nos momentos de cansaço, aos quais dedico este trabalho.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Enfim, agradeço a Deus por iluminar meus caminhos e concluir mais essa etapa.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
SUMÁRIO.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Generalidades.....	03
2.2 Melhoramento Genético da Alfafa.....	07
2.2.1 Generalidades.....	07
2.2.2 Cultivar Alfagrazze.....	11
2.2.3 Cultivar Crioula.....	12
3. Manejo da alfafa.....	14
3.1 Aspectos morfofisiológicos.....	14
3.2. Aspectos agronômicos.....	19
4. Aspectos anatômicos de leguminosas forrageiras.....	22
CAPÍTULO I - Desenvolvimento morfológico de populações de alfafa (<i>Medicago sativa</i> L.) com diferentes hábitos de crescimento.....	24
Resumo.....	24
Abstract.....	25
1. INTRODUÇÃO.....	26
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4. CONCLUSÕES.....	49
CAPÍTULO II- Desempenho de duas populações de alfafa cv. Crioula selecionadas em estágio de plântula e da cv. Alfagrazze sob desfolhação severa.....	50
Resumo.....	50
Abstract.....	51
1. INTRODUÇÃO.....	53
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
4. CONCLUSÕES.....	79
CAPÍTULO III- Aspectos anatômicos e composição química de populações de alfafa com diferentes hábitos de crescimento.....	80
Resumo.....	80

Abstract.....	81
1. INTRODUÇÃO.....	82
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	84
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	87
4. CONCLUSÕES.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I: Desenvolvimento morfológico de populações de alfafa (*Medicago sativa* L.) de diferentes hábitos de crescimento.

Figura	Página
1. Temperaturas médias mensais ocorridas durante o período experimental e as normais (média de trinta anos). Passo Fundo RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br	29
2. Aspecto das bandejas hortícolas onde foram mantidas as plântulas de alfafa durante 51 dias após a semeadura. Passo Fundo, RS, 2004.....	30
3. Vista geral das unidades experimentais aos trinta dias após o transplante. Passo Fundo, RS, 2004.....	31
4. Vista geral do local de cultivo das plantas. Passo Fundo, RS, 2004.....	32
5. Estatura e diâmetro de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	37
6. Aspecto das hastes de populações de alfafa aos 120 dias após o transplante (Idade no transplante: 51 dias). Passo Fundo, RS, 2004.....	37
7. Comprimento e número de nós da haste primária de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	38
8. Número médio de hastes originárias da coroa de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	39
9. Dinâmica da área foliar de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	40

10. Dinâmica da massa seca de folhas (F) e hastes (H), na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	41
11. Dinâmica da massa seca da parte aérea (PA) e radical (R), na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	42
12. Dimensão longitudinal e volume da massa de raízes, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	43
13. Aspecto das raízes de populações de alfafa aos 180 dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	44
14. Diâmetro de planta e coroa de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	45
15. Aspecto da disposição das hastes basilares de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) aos 60 dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	46
16. Dinâmica das hastes totais de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	47
17. Relação folha: caule de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	48

Capítulo II: Desempenho de duas populações de alfafa cv. Crioula selecionadas em estágio de plântula e da cv. Alfagraze sob desfolhações.

Figura	Página
1. Temperaturas médias mensais entre fevereiro/2005 e agosto/2005 e as normais de trinta anos para Passo fundo, RS.....	57

2. Vista geral de plantas das populações de alfafa aos 52 dias de idade, por ocasião do primeiro corte. Passo Fundo, RS, 2005.....	62
3. Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de massa seca (MS) da parte aérea e estatura de populações de alfafa, considerando a média de duas alturas de corte. Passo Fundo, RS, 2005.....	66
4. Participação das frações raízes, coroa e resíduo aéreo em populações de alfafa presentes por ocasião da colheita final. Passo Fundo, RS, 2005.....	71
5. Efeito de cortes semanais a altura de corte de 2cm sobre a sobrevivência de plantas de populações de alfafa à época da última colheita. Passo Fundo, RS, 2005.....	73
6. Aspecto geral das plantas da população Crioula-EL em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.	76
7. Aspecto geral das plantas da população Crioula-EC em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.....	77
8. Aspecto geral das plantas da população Alfagraze em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.....	78

Capítulo III: Aspectos anatômicos e composição química de populações de alfafa de diferentes hábitos de crescimento.

Figura	Página
1. Temperaturas médias mensais ocorridas durante o período experimental e as normais (média de trinta anos). Passo Fundo RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br	85
2. Secções transversais de raízes das populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B, C, D). A- Alfagraze. B- Alfagraze. C- Crioula-EL. D- Crioula-EC. Câmbio vascular (ca); córtex (c); cutícula (cut); felogênio (fel); floema (f); raios (r); xilema (x). Passo Fundo, RS, 2004.....	89
3. Secções transversais de coroa das populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Crioula-EL, B- Coroa Crioula-EL. Córtex (c); cutícula (cut); epiderme (ep), medula (m); raios (r). Passo Fundo, RS, 2004.....	90

4. Secções transversais de haste das populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Coroa Crioula-EL, B- Crioula-EC. Córtex (c); cutícula (cut); epiderme(ep); floema (f); medula (m); xilema (x). Passo Fundo, RS, 2004.....	92
5. Secções transversais de pecíolo das populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A). A- Crioula-EL. Xilema (x); floema (f); parênquima (par). Passo Fundo, RS, 2004.....	93
6. Secções transversais de limbo foliar das populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Alfagraze. B- Alfagraze. Epiderme abaxial (eab); epiderme adaxial (ead); floema (f); feixe vascular (fv); parênquima clorofiliano lacunoso (pcl); parênquima clorofiliano paliçádico (pcp). Pass Fundo, RS, 2004.	95
7. Porcentagem de Proteína Bruta (PB) das populações de alfafa. Passo Fundo, RS, 2004.....	96
8. Valores de fibra em detergente ácido da Folha (FDAF), fibra em detergente ácido da haste (FDAH), fibra em detergente neutro da folha (FDNF) e fibra em detergente neutro da haste (FDNH), de populações de alfafa. Passo Fundo, RS, 2004.....	97

LISTA DE TABELAS

Capítulo I: Desenvolvimento morfológico de populações de alfafa (*Medicago sativa* L.) de diferentes hábitos de crescimento.

Tabela	Página
1. Caracteres morfológicos de populações de alfafa na média das seis colheitas durante 180 dias de crescimento após transplante para vasos (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.....	35

Capítulo II: Desempenho de duas populações de alfafa cv. Crioula selecionadas em estágio de plântula e da cv. Alfagraze sob desfolhações.

Tabela	Página
1. Características morfofisiológicas de populações de alfafa com diferentes hábitos de crescimento, aos 52 dias de idade, por ocasião do primeiro corte. Passo Fundo, RS, 2005.....	61
2. Efeito de alturas de corte sobre caracteres morfofisiológicos de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL) por ocasião do primeiro corte, aos 52 dias de idade. Passo Fundo, RS, 2005.....	63
3. Efeito da interação entre os fatores de manejo e populações de alfafa na produção de massa seca (MS) da parte aérea e de seus componentes, folhas e hastes. Passo Fundo, RS, 2005.....	65
4. Efeito da interação altura de corte, intervalo de corte e população sobre a estatura e diâmetro de plantas de alfafa, Passo Fundo, RS, 2005.....	68
5. Efeito da interação população e altura de corte sobre a produção de massa seca (MS) de raízes, raízes+coroa e total (raízes, coroa e resíduo aéreo) sobre populações de alfafa avaliadas na última colheita. Passo Fundo, RS, 2005.....	70
6. Efeito de altura e intervalos de corte sobre medidas de crescimento na colheita final, considerando a médias das três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL). Passo Fundo, RS, 2005.....	74
7. Variáveis lineares, de contagem e de peso de populações de alfafa, na média dos intervalos e alturas de corte, durante o período de desfolhações, compreendido entre 28/02 e 17/08/2005. Passo Fundo, RS, 2005.....	75

MORFOFISIOLOGIA COMPARADA DE POPULAÇÕES DE ALFAFA COM DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

Daniela Favero,¹ Simone Meredith Scheffer-Basso²

RESUMO - A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma espécie forrageira que se difundiu com sucesso, em nível mundial, em função de sua adaptação e qualidade forrageira. O objetivo deste trabalho foi comparar o desenvolvimento morfológico de populações de alfafa de diferentes aptidões, sendo duas populações da cv. Crioula selecionadas em estágio de plântula, pelo comprimento do segundo entrenó. O trabalho foi conduzido em ambiente semi-protegido, entre maio e dezembro/2004, com cultivo em vasos. As plantas foram colhidas integralmente aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias de crescimento. Em outro ensaio as três populações de alfafa foram submetidas a duas alturas (A2= 2 cm; A8= 8 cm) e três intervalos de corte (I1= uma semana, I2= duas semanas e I4= 4 semanas). No primeiro ensaio a estatura a Crioula-EC (47 cm) foi similar ($P>0,05$) à cv. Alfagraze (45 cm), sendo ambas inferiores à Crioula-EL (55 cm), indicando que o entrenó da plântula esteve relacionado com tal atributo. A cv. Alfagraze mostrou hábito mais prostrado, maior diâmetro de planta e de coroa e maior proporção (19,3%) de hastes da coroa em relação às populações da cv. Crioula (Crioula-EL= 7,3%; Crioula-EC= 8,1%). No segundo ensaio as populações não mostraram

¹ Bióloga, mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal. E-mail: danielafavero@lci.upf.br

² Orientadora, Eng.-Agr., Dra., Professora do PPAgro e ICB, UPF. E-mail: sbasso@upf.br

diferenças quanto à produção da massa seca (MS) aérea sob cortes a 1 e 2 semanas; sob 4 semanas, a Crioula-EL, com maior estatura e quantidade de hastes, superou ($P < 0,05$) as demais. A cv. Alfagraze mostrou a menor estatura, maior diâmetro, maior proporção de hastes da coroa e maior alocação de MS para a parte subterrânea. Houve similaridade entre a cv. Alfagraze e Crioula-EC quanto ao acúmulo de MS do sistema subterrâneo sob cortes a 8 cm. Sob cortes menos intensos as populações da cv. Crioula produziram mais MS de folhas em relação à cv. Alfagraze.

Palavras-chave: manejo, persistência

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF ALFAFA POPULATION WITH DIFFERENT HABITATS OF GROWTH

ABSTRACT: Alfafa (*Medicago sativa* L.) is a forage specie that has propagated with success in the world, due to its adaptation and forage quality. The aim of this work was to compare the morphological development of alfafa population with different capacities, being two of cv. “Crioula” population selected in stage of seedling by the length of the second internode. The work was conducted in a semi-protected environment, between May to December/2004, with cultivation in vase. The plants were completed harvested in 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days of growth. In another essay the 3-alfafa population were submitted to two heights (A2= 2cm, 8A= 8cm) and three break cut (I1= one week, I2= 2 weeks and I4= four weeks). In the first essay Crioula EC tallness (47 cm) was similar ($P > 0,05$) to cv. Alfagraze (45 cm), being both inferior to Crioula – EL (55cm), indicating that the internode seedling was related to this feature. Cv Alfagraze showed a

more prostrated habit, bigger plant and crown diameter and bigger crown stem proportion related to population of cv Crioula (Crioula EL= 7,3%; Crioula- EC= 8,1%). In the second essay the population did not show difference related to the area of the dry mass production in cut of one and two weeks; in 4 weeks, the Crioula – EL, with bigger tallness and quantity of stem, overcame ($P<0,05$) the other ones. The cv Alfagraze showed the least tallness, bigger diameter, bigger proportion of crown stems and bigger allocation of DM for the basement part. There was similarity among cv. Alfagraze and Crioula in relation to the storage of DM of basement system in cut at 8cm. In less intense cuts, the population of cv. crioula produced more DM of leaves related to cv. Alfagraze.

Key- words: management, persistence

1 INTRODUÇÃO

A história da alfafa (*Medicago sativa* L.) é tão antiga quanto a história da humanidade. Ela acompanhou as grandes conquistas na história antiga sendo cultivada para alimentação dos eqüinos em diferentes locais. Tal distribuição geográfica criou ao longo dos anos inúmeros ecótipos, adaptados às condições de cada local.

Cultivares de alfafa desenvolvidas em países com climas que promovam intensa latência hiberna não se adaptam bem em regiões com invernos amenos como no Brasil, pois paralisam o crescimento já no outono, quando há a redução da temperatura. No sul do Brasil, o cultivo continuado da alfafa durante anos determinou o surgimento de uma população amplamente adaptada às condições locais de clima. Esta alfafa, após sofrer seleções naturais, é denominada de Crioula (cv. Crioula), cuja principal aptidão é a produção de feno, devido ao seu hábito ereto, sendo, portanto, uma alfafa tipo-feno.

Em nível mundial, os trabalhos de melhoramento genético com tal a espécie são intensos e um importante avanço foi o lançamento da cv. Alfagraze, desenvolvida nos Estados Unidos para uso sob pastejo contínuo. Entre as características dessa cultivar, tipo-pastejo, está a coroa bem desenvolvida e o hábito mais prostrado em relação às cultivares tipo-feno.

No Brasil, os estudos com tal objetivo são incipientes, mas há indicativos de que a alfafa Crioula exibe variabilidade para hábito de crescimento, e que pode ser perceptível ainda em estágio de plântula. Nesse sentido, se o melhorista dispuser de marcadores

morfológicos em estádios precoces do desenvolvimento da planta, o processo de seleção pode ser acelerado e ter seu custo reduzido.

Com base em tais informações, este trabalho teve como objetivo comparar o desenvolvimento morfológico de populações de alfafa de diferentes aptidões, sendo duas populações da cv. Crioula selecionadas em estágio de plântula, pelo comprimento do entrenó, e a cv. Alfagraze, com a finalidade de auxiliar nos trabalhos de seleção da espécie. As seguintes questões foram elaboradas: a) O hábito das plântulas é indicativo do hábito de crescimento das plantas adultas? O comprimento do segundo entrenó da plântula é um marcador morfológico para seleção precoce de alfafa de hábito mais prostrado? Qual o atributo mais evidente na distinção entre as alfafas tipo-feno e tipo-pastejo? As populações mostram diferentes graus de tolerância à desfolhação intensa? Há diferenças entre os tipos-feno e pastejo quanto a aspectos anatômicos de folhas e hastes?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Generalidades

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma espécie forrageira que se difundiu com sucesso, em nível mundial, em função de sua adaptação e qualidade forrageira. É originária da Ásia, tendo o Irã como centro geográfico de origem, onde os invernos são frios e os verões quentes e secos, o solo tem de boa drenagem e o pH é próximo à neutralidade (BOLTON, 1962). Em nível de adaptação climática, a alfafa é uma das poucas culturas cosmopolitas, sendo capaz de sobreviver desde temperaturas abaixo de -25 °C até 50 °C (BARNES & SCHEAFFER, 1995), o que a torna uma espécie forrageira *sui generis*.

Com o descobrimento das Américas, no século XVI, portugueses e espanhóis introduziram-na no México e Peru. Chegou aos Estados Unidos provavelmente através da fronteira mexicana e na Argentina e Chile, pelo Peru (HIJANO & BASIGALUP, 1995). No Brasil, chegou aproximadamente no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se difundiu aos demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná (NUERNBERG et al., 1992). Aqui, seu cultivo iniciou nos vales dos rios Caí, Taquari, Jacuí, Uruguai e nas encostas da Serra do Nordeste, onde foram instaladas colônias de imigrantes alemães e italianos (SAIBRO, 1985).

Assim surgiu a população, hoje denominada de alfafa Crioula representando um germoplasma adaptado às condições do Rio Grande do Sul, sendo um resultado da ação conjunta da seleção natural e da seleção realizada pelo homem, uma vez que os produtores

colhiam sementes de alfafais de quatro ou cinco anos de idade, selecionando as plantas mais persistentes (OLIVEIRA, 1991).

Segundo Ferreira & Pereira (1999), a alfafa é uma das forrageiras mais indicadas para vacas de alta produção, destacando-se pela produtividade, qualidade e aceitabilidade pelo animal. Entretanto, um dos obstáculos à expansão da cultura no Brasil é a inexistência de cultivares adaptadas às condições tropicais, presentes na maior parte do país.

Atualmente, o cultivo da alfafa tem se restringido à Região Sul, de clima subtropical, onde as cultivares introduzidas têm mostrado melhor adaptação em relação ao resto do Brasil. A obtenção de novas cultivares, mais adaptadas ao ambiente tropical, possibilitará o seu cultivo em outras regiões brasileiras, com conseqüente incremento da área cultivada, assegurando, dessa forma, um alimento de alta qualidade e produtividade nos sistemas intensivos de produção de leite (FERREIRA & PEREIRA, 1999).

A área cultivada no mundo é difícil de ser estimada, em função da falta de informações atualizadas dos países produtores. No entanto, Frame et al. (1998) estimam que existam mais de 30 milhões de hectares, sendo que cerca de 70% dessa área se localizaria nos Estados Unidos da América. O segundo maior produtor mundial de alfafa seria a Argentina, com mais de cinco milhões de hectares, cultivados para o forrageamento de bovinos de carne e leite, formando, em muitos casos, pastagens mistas com festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.).

No Brasil, os principais estados produtores são o Rio Grande do Sul e São Paulo. Na década de oitenta, Saibro (1985)

relatou a existência de somente 26 mil hectares no Brasil, sendo 80% dessa área cultivada no Rio Grande do Sul. Essa área de cultivo, confirmada recentemente por Rassini et al. (2003), não condiz com a nobreza da espécie. Segundo Paim (1994), os maiores problemas para a expansão da alfafa no Brasil são o desconhecimento do cultivo, a baixa fertilidade do solo e o manejo inadequado, a necessidade de irrigação em áreas com problemas de estiagem, a pequena produção de sementes e a falta de materiais adaptados às diferentes regiões.

Durante as décadas de 70 e 80, a área cultivada com alfafa no Brasil diminuiu e, dos estados produtores, apenas Santa Catarina manteve-se inalterada ou até aumentou essa área. Nesse particular, o grande desempenho da pecuária da Argentina, em relação à do Brasil, deve-se, sobretudo à utilização da alfafa.

Atualmente, em vista da intensificação da bovinocultura em regiões não tradicionais de cultivo da alfafa no Brasil, principalmente no Sudeste e Centro-oeste, está ocorrendo aumento da área de produção com a forrageira. No entanto, sua comercialização é fundamentalmente na forma de feno para alimentação de equinos (RASSINI et al., 2003).

Botanicamente, a alfafa é descrita como uma leguminosa herbácea perene, que apresenta folhas trifolioladas dispostas de forma alterna nas hastes, sendo seus folíolos de forma ovalada ou arredondada, com bordas serrilhadas (TEUBER & BRICK, 1988). O sistema radical é pivotante, com raiz principal e coroa profundas. Tais estruturas são de extrema importância na fisiologia do crescimento da alfafa, uma vez que armazenam reservas orgânicas (MONTEIRO,

1999), fundamentais para o vigor da rebrota e da longevidade dos indivíduos.

A espécie possui germinação epígea, o que implica na exposição dos cotilédones acima da superfície do solo. Após a emergência é possível, em poucos dias, visualizar claramente o hipocótilo, os cotilédones, o epicótilo, a folha unifoliolada e a gema apical. Com o posterior desenvolvimento, inicia o aparecimento das folhas trifolioladas. A plântula da alfafa é do tipo fanerocotiledonar (cotilédones expostos), epígea (cotilédones acima da superfície do solo, em virtude o alongamento do hipocótilo) e com cotilédones de reserva. Apresenta crescimento contrátil, resultado do engrossamento do hipocótilo e da parte superior da radícula. Em função disso, os cotilédones são puxados para baixo e o nó da folha unifoliolada fica abaixo da superfície do solo; como resultado desse processo, que começa uma semana após a emergência e termina dentro de dezesseis semanas, há a formação da coroa (DALL'AGNOL & SCHEFFER-BASSO, 2000).

A coroa, resultante do crescimento contrátil, é uma estrutura morfológica entre o caule e a raiz, delimitada pelo nó cotiledonar, na sua base, e pela altura do resíduo após o corte ou pastejo, em seu ápice, cuja formação se dá, no primeiro ano, pelo surgimento de três ou quatro hastes basilares. Com o avanço da idade, as plantas alargam a região da coroa em função das novas brotações. Assim, a coroa é importante tanto no desenvolvimento de novas hastes após as desfolhações, como na rebrota após o inverno, sendo uma estrutura associada à persistência e produção, uma vez que sua

morfologia influencia na resistência a danos mecânicos, injúrias pelo frio e ataque de pragas e doenças (MÁRQUEZ-ORTIZ et al., 1996).

As cultivares diferem quanto ao tipo de coroa e número de hastes, sendo que aquelas tolerantes ao frio desenvolvem coroas largas, com muitas hastes eretas oriundas de rizomas originados das coroas. Um pouco desenvolvem hastes oriundas de raízes, sendo estas raízes, denominadas de gemíferas. A rebrota da alfafa, portanto, é dependente das gemas da coroa e/ou das gemas axilares, em função da altura de corte ou do tipo de planta. O sistema radical é formado pela raiz principal, raízes secundárias e raízes, ditas, fibrosas, por serem finas e numerosas (BARNES & SHEAFFER, 1995).

2.2 Melhoramento Genético da Alfafa

2.2.1 Generalidades

Os métodos clássicos de melhoramento são divididos em dois grupos básicos: o inter e o intrapopulacional. O melhoramento interpopulacional tem como base o fluxo de genes entre populações, através da polinização livre ou aberta, obtendo-se, assim, linhagens, sintéticos e híbridos. O melhoramento intrapopulacional tem por finalidade incrementar a frequência de genes favoráveis dentro de uma mesma população de plantas, tendo sido utilizado para aumentar a resistência a pragas e doenças da alfafa (RUMBAUGH, 1988).

Quando o melhoramento da alfafa é realizado com a finalidade de aumentar a produção de forragem, o método do policruzamento com teste de progênies é o mais adequado para a seleção de pais de sintéticos. Essa metodologia, indicada pela baixa frequência de populações di e monoalélicas (HILL et al., 1988),

explora a variância aditiva que, predominantemente, governa essa característica.

A alfafa é uma espécie polimórfica, com formas diplóides e tetraplóides, sendo o número de cromossomos $x=8$. Sua ampla adaptação climática é devido ao fato de haver o chamado “complexo *Medicago*”, composto por quatro subespécies de *M.sativa*: ssp. *sativa*, ssp. *falcata*, ssp. *glutinosa* e ssp. *coerulea*. A fecundação é alógama, com mecanismo de auto-esterilidade e auto-incompatibilidade, dependendo de abelhas para polinização e apresentando heterogeneidade genética (QUIROS & BAUCHAM, 1988; BASIGALUP & HIJANO, 1995; DALL’AGNOL & SCHEFFER-BASSO, 2000).

A alfafa é a principal espécie forrageira do gênero *Medicago*. Trata-se da primeira espécie forrageira domesticada, cujas características de adaptação aos diferentes tipos de clima e solo fizeram com que as tornasse conhecida e cultivada em quase todas as regiões agrícolas do mundo. No entanto, mais recentemente, foi nos Estados Unidos que se expandiu de maneira extraordinária. Os registros a respeito da evolução da cultura da alfafa nesse país dão conta de que os primeiros trabalhos de melhoramento foram realizados entre 1903 e 1915, enfatizando principalmente o aspecto da resistência ao frio. Mais tarde, com o surgimento da murcha bacteriana (*Clavibacter michignensis* subsp. *insidiosus*) estes dois assuntos passaram a dominar os programas de melhoramento da época. *Medicago falcata* L. também contribuiu nos programas de melhoramento que procuraram incorporar germoplasma desta espécie,

cujas características de resistência ao frio, à seca e às doenças, além da presença de rizomas, eram desejáveis (JACQUES, 1975).

Os primeiros registros do interesse em introduzir alfafa nas áreas de campo nativo na região nordeste dos EUA datam de 1897 a 1909, quando Hanson coletou nas estepes da Sibéria um tipo de alfafa julgada mais adaptada a tal condição. Esses materiais serviram de base para o programa de melhoramento da região de pastagens naturais de clima seco no Canadá, resultando no lançamento da cv. Rambler, em 1955, considerada a primeira cultivar de alfafa a apresentar raízes gemíferas, responsáveis pela formação de gemas abaixo do nível do solo, com a, conseqüente, emissão de hastes a partir desses pontos (HEINRICHS, 1978).

Segundo Paim (1994), a maioria das leguminosas forrageiras de produção hibernal como alfafa, cornichão (*Lotus corniculatus* L.), trevo-branco (*Trifolium repens* L.), trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.), entre outras, são de fecundação cruzada, ou seja, alógamas, cujo principal objetivo do melhoramento é, geralmente, aumentar a frequência de genes favoráveis em populações heterogêneas, apresentando, assim, uma série de vantagens: a polinização cruzada aumenta a variabilidade dentro da população, sendo os indivíduos altamente heterozigotos; populações variáveis permitem o estabelecimento de ecótipos de alto valor adaptativo, em resposta aos fatores climáticos, edáficos e bióticos; é um mecanismo natural, que preserva os caracteres recessivos, que, sem valor em determinado ambiente, podem ser de grande utilidade quando a espécie é cultivada em condições diferentes.

A seleção natural favorece o estabelecimento de espécies forrageiras adaptadas às condições locais e pode ser de grande valor para o melhorista. Numa pastagem perene, na qual se praticou o pastejo intensivo durante muitos anos, as plantas baixas e rasteiras, mais bem adaptadas ao sistema adotado, tem maior probabilidade de sobreviver em competição com outros tipos maiores e eretos (PAIM, 1994).

Com o avanço dos trabalhos de melhoramento genético visando obter cultivares tolerantes ao pastejo, o hábito de crescimento da alfafa foi sendo modificado. A alfafa tipo-feno possui hábito ereto, com elevada produção de forragem. Já, as primeiras cultivares tipo-pastejo apresentavam hábito decumbente e baixo potencial de produção de forragem (SMITH & BOUTON, 1989; KALLENBACH, et al., 2002). No entanto, mais tarde, os trabalhos desenvolvidos por Bouton et al. (1991), na Geórgia, deram origem a uma cultivar tolerante ao pastejo, a cv. Alfagraze, com elevada produção de forragem, que representou um importante avanço no melhoramento genético da espécie para aptidão ao pastejo.

Pereira et al. (1998) avaliaram o desempenho de sete cultivares de alfafa (Crioula CNPGL, 5715, Rio, Crioula original, Flórida 77, Vale Plus e Crioula EEA/UFRGS) para algumas características de importância agrônômica, como produção de massa seca (MS), estatura, percentagem de florescimento à época dos cortes e incidência de doenças. Entre tais materiais, todos os oriundos da cv. Crioula mostraram-se superiores, na maioria dos caracteres avaliados, indicando a possibilidade de seleção dentro desse germoplasma.

As cultivares de alfafa são classificadas de diferentes formas, de acordo com as condições de cada país, mas todas se baseiam no comportamento das distintas reações frente às baixas temperaturas e geadas. Durante o inverno, as cultivares apresentam diferentes graus de latência hibernal, que determinam se a cultivar crescerá ou não com a queda da temperatura, quando as plantas não crescem ou não produzem (Carámbula, s.d.).

2.2.2 Cultivar Alfagraze

A cv. sintética Alfagraze foi desenvolvida na *Georgia Agricultural Experiment Station* e lançada em fevereiro de 1990. Seu hábito é semiereto, com a coroa larga, que produz muitas gemas no outono. A cor da flor é totalmente púrpura, com traços de variegada e creme. Possui resistência à fusariose (*Fusarium oxysporum* sp. *medicaginis* (J.L. Weimer) W.C. Snyder & H.N. Hans) e é moderadamente resistente à antracnose (*Colletotrichum trifolii* Bain e Essary). Essa cultivar é muito versátil, sendo cultivada para produção de feno, silagem e pastejo. Sob pastejo contínuo, é muito mais persistente que outras cultivares tipo-feno, sendo similar quanto à produção, aceitação e desempenho animal (BOUTON et al., 1991).

A cv. Alfagraze foi desenvolvida através de uma técnica relativamente nova: a seleção das linhagens parentais usadas no cruzamento para obtenção do novo material foi feita com base na habilidade dessas linhagens sobreviverem a um processo de pastejo intensivo e contínuo. Com isso, essa cultivar revelou-se extremamente persistente sob pastejo, possuindo, ainda, uma boa produtividade de

forragem e de sementes (SMITH et al., 1989; SMITH & BOUTON, 1993).

Avaliando diversos materiais sob pressão de pastejo (PP) elevada e contínua, Smith et al. (1989) consideraram que a seleção para aptidão ao pastejo nessas condições era a melhor maneira de se identificar o grau de persistência das plantas, pelo fato desse sistema reunir os diferentes tipos de estresse aos quais a planta é submetida nos diferentes sistemas de produção animal, ao invés de selecionar para características morfológicas isoladas. Esses autores verificaram que as cultivares que melhor haviam persistido possuíam teores elevados de carboidratos não estruturais (CNE) em suas raízes, considerando, então, tal fator um bom indicador da persistência.

Brummer & Bouton (1992) associaram características fisiológicas da alfafa com tolerância ao pastejo, além de estudos para examinar a variação das características fisiológicas que pudessem contribuir para que as plantas suportassem maior PP. A cv. Alfagraze produziu e manteve altos teores de CNE, alta produção de MS e área foliar (AF), o que provavelmente permitiu a manutenção dos carboidratos sob desfolhação freqüente. Segundo Smith & Bouton (1993), essa cultivar, além de manter os CNE elevados durante o pastejo, possui prolífica produção de gemas no início do outono, tem hábito decumbente e desenvolve coroa profunda.

2.2.3 Cultivar Crioula

A alfafa Crioula é resultante de um processo conjunto de seleção realizada pelo homem e pela natureza, representando uma

população adaptada às condições de cultivo vigentes no Rio Grande do Sul, cujo desempenho tem superado a de outras cultivares introduzidas (SAIBRO et al., 1972; POZZOBON et al., 1984). Porém, no Brasil, apresenta baixa produção de sementes, em função de fatores climáticos, edáficos e de manejo, pois os alfafais estão direcionados a produção de forragem e não de sementes, determinando a dependência de aquisição de sementes oriundas de outros países, principalmente do Chile (DUTRA, 1999).

A cultivar Crioula foi descrita por NUERNBERG et al. (1990), como possuindo rápida recuperação após os cortes, boa produtividade e distribuição estacional da MS e grande persistência. Em Lages (SC), sua produtividade, com estandes de dez anos, ainda estava entre 7 a 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹ de MS, sendo que 1,5 a 2 t.ha⁻¹.ano⁻¹ foram obtidas no inverno. A elevada variabilidade genética dessa cultivar foi comprovada por Oliveira et al. (1993), através do teste de progênie de policruzamento, onde as progênies apresentaram variabilidade para rendimento de MS, estatura, relação folha/caule (RFC), teor e rendimento de proteína bruta (PB).

A cv. Crioula, durante o seu desenvolvimento até o ponto de corte (florescimento), não apresenta queda de folhas, o que promove elevadas taxas fotossintéticas, permitindo maior acúmulo de reservas nas raízes e coroas. Outra vantagem, em nível de campo, é a facilidade de fenação, pois, por reter suas folhas, produz feno de melhor qualidade (HONDA & HONDA, 1990).

Diversos trabalhos realizados com a cv. Crioula mostraram que desfolhações que permitam resíduos com 8 a 10 cm promovem menor mobilização das reservas, com melhor desenvolvimento

radical, o que resulta em maior absorção de nutrientes, maior resistência à seca e, principalmente, maior produção de forragem. O início das desfolhações não deve ser feito prematuramente, observando-se o estágio de floração completa, para que, por meio da fotossíntese, acumule maiores quantidades de reservas e apresente a coroa e o sistema radical bem desenvolvidos. Normalmente, para as cultivares testadas no Brasil, o período entre a semeadura e o primeiro corte, é de 70 a 80 dias; evidentemente que tal espaço de tempo varia em função das condições climáticas de cada região. A partir do segundo corte, recomenda-se observar o estágio de desenvolvimento da planta em que há equilíbrio entre produção e qualidade, que normalmente ocorre quando há 10% de floração. Essa fase, na prática, ocorre quando são observadas as primeiras flores e varia conforme a época do ano. Durante o outono-inverno (entressafra) esse período, em média, é de 35 a 42 dias, enquanto na primavera-verão é de 28 a 32 dias (RASSINI, 2003).

3. Manejo da alfafa

3.1 Aspectos morfofisiológicos

Em nível mundial, as técnicas de manejo da alfafa, sob pastejo, foram desenvolvidas de modo a adaptar às características da planta, historicamente selecionada para a utilização sob cortes, com vistas à fenação. Por esse motivo, sua utilização tem se dado, quase que exclusivamente, sob regime de pastejo rotativo, procurando imitar o manejo sob cortes (HOVELAND, 1994). Em estandes de alfafa sob

lotação contínua podem ocorrer perdas de 46% a 85%, ao passo que, sob lotação rotativa, as perdas são reduzidas, ficando entre 32% a 64% (COUNCE et al., 1984). Apesar disso, outros fatores de estresse, como o pisoteio, a compactação do solo e o pastejo seletivo, afetam o crescimento e a persistência da alfafa (ROMERO et al., 1995).

O manejo eficiente da pastagem requer um plano compreensivo de utilização para assegurar o melhor aproveitamento dos recursos forrageiros. Dentro deste contexto surgem aspectos relacionados com o manejo da pastagem, a necessidade de uma política de conservação de forragem e manutenção da fertilidade do solo, bem como, de condições adequadas de desfolha (PENATI et al., 1999).

O hábito de crescimento ereto da alfafa indica que essa forrageira se prestaria melhor a períodos de utilização de curta duração (3 a 8 dias), com posterior vedação da área; com isso poderia se ter melhor controle da condição do resíduo para valores desejáveis de área foliar remanescente fotossinteticamente ativa e de níveis adequados de CNE (RODRIGUES & REIS, 1997).

A aptidão ao pastejo depende de mecanismos que possibilitem às plantas sobreviverem e crescerem sob pastejo. Esses mecanismos são o escape (mecanismos que reduzem a probabilidade da planta ser desfolhada) e a tolerância (mecanismos que aumentam o crescimento da planta após o pastejo). O primeiro depende de características morfológicas e componentes bioquímicos, e a tolerância depende da disponibilidade meristemática e dos processos fisiológicos da planta que permitam a rebrota (BRISKE, 1996).

A falta de persistência da alfafa, sob pastejo, levou à seleção de plantas sob lotação contínua, como método para melhor identificar materiais persistentes, por oferecer as situações de estresses comuns no campo, seja por pisoteio, tração, excreções e desfolhações quase diárias. Através desse procedimento obteve-se a cv. Alfagraze, de hábito semi-ereto ou decumbente e ampla formação de hastes basilares (SMITH et al., 1989). Briske (1996) considera que plantas com estatura baixa e folhas pequenas são tolerantes ao pastejo, por apresentarem mecanismos de evitamento ao pastejo.

Em alfafa, a tolerância ao pastejo parece estar ligada à habilidade da planta em manter elevados os níveis de CNE sob desfolhação freqüente. Uma maior área foliar residual, combinada com o hábito de crescimento semidecumbente, é um dos mecanismos potenciais para a manutenção dos níveis de reservas orgânicas nas raízes (BRUMER & BOUTON, 1992). Segundo esses autores, plantas com maior área foliar residual rebrotam com mais facilidade, utilizando os fotoassimilados produzidos pelas folhas, e, portanto, com menor dependência das reservas das raízes. Na cv. Crioula foi observada acentuada diminuição dos teores de CNE após o corte, que foram utilizados para a rebrota, iniciando novamente o acúmulo a partir dos 14 dias após o corte, durante a primavera-verão e, após 28 dias no inverno (COSTA & SAIBRO, 1994).

Estreitamente vinculado com tais aspectos está a morfologia da coroa, uma vez que essa região é muito importante para o desenvolvimento de novas hastes após a desfolhação, estando associada à alta produtividade. Portanto, as plantas selecionadas devem ter coroa vigorosa (MARQUEZ-ORTIZ et al., 1996). A boa

condição fisiológica das raízes e da coroa da planta estão relacionadas com a longevidade e a produção do alfafal, uma vez que o número e o tamanho das hastes estão relacionados com tal região (HOVELAND, 1994).

Além dos CNE, Kim et al. (1993), avaliando a importância das reservas protéicas no rebrote, salientaram que, para compensar a drástica redução na fixação de nitrogênio que ocorre durante os primeiros dez dias após o corte, ocorre uma inversão da relação fonte-dreno nos órgãos da planta, de modo que quase todo nitrogênio utilizado para a rebrota tem origem nas raízes e coroa das plantas. Segundo Avice et al. (1997), as reservas orgânicas em órgãos subterrâneos são geralmente reconhecidas como indicadores de potencial de persistência na rebrota de forrageiras.

Nos estudos de Counce et al. (1984), que selecionaram e caracterizaram alfafa para persistência sob colheita mecânica e sob pastejo, foi observado que as cultivares não persistentes produziram maior crescimento aéreo e tiveram maiores raízes primárias e maior concentração de CNE nessas raízes em relação às cultivares persistentes. Sob pastejo, a rebrota mais rápida das cultivares não persistentes provavelmente resultou na desfolhação mais freqüente e mais rápida e completa redução das reservas de CNE. Essas cultivares utilizaram mais as reservas, para a rebrota, do que as outras. Os autores verificaram que os fatores que contribuíram para a persistência sob pastejo diferiram daqueles para persistência sob corte mecânico. Essas evidências foram mais tardes confirmadas nos trabalhos de Bouton et al. (1991) que afirmaram a necessidade de se efetuar a

seleção para aptidão pastejo mediante a exposição das populações ao pastejo contínuo, com alta lotação.

Smith & Bouton (1993) fizeram referências aos principais aspectos que determinam a seleção para a aptidão ao pastejo em alfafa, incluindo a dificuldade em se desenvolver técnicas acuradas para selecionar caracteres morfológicos e ambientais associados a tal aspecto, como: profundidade da coroa, quantidade de gemas subterrâneas, formação prolífica, extensa e assincrônica de gemas, manutenção de níveis adequados de área foliar e CNE sob pastejo. Segundo os autores, a maioria das cultivares americanas desenvolvidas para tolerar pastejo foram selecionadas observando-se suas coroas largas e a presença de raízes gemíferas.

Brumer & Bouton (1991), ao compararem cultivares tolerantes e não tolerantes ao pastejo, evidenciaram que o crescimento decumbente, a produção de hastes finas e a baixa produção tenderiam a estar associados com a aptidão ao pastejo. Contudo, a cv. Alfagraze também tem caracteres associados às cultivares tipo-feno, como a elevada produção de MS e grande número de hastes. No entanto, para estes autores, os critérios de seleção para aptidão ao pastejo devem incluir a decumbência e a produção outonal de gemas da coroa, caracteres que aparentemente tem forte associação com tolerância ao pastejo.

Na Itália, Piano et al. (1996), avaliando uma coleção de germoplasma de alfafa em relação a caracteres de tolerância ao pastejo, evidenciaram sete tipos morfológicos, variando de plantas com coroas profundas a superficiais e, dentro desses dois grupos, o hábito prostrado a ereto. As plantas com coroas largas exibiram maior

diâmetro de planta, havendo correspondência entre o crescimento aéreo e a morfologia radical, sendo que aquelas com coroa profunda desenvolveram rizomas (*sic*). A citação da existência de rizomas em alfafa merece ser investigada em nível de morfologia externa e anatômica, visto que estudos recentes com cornichão (POLES-MAROSO et al., 2004) evidenciaram que o que se denominou como rizomas nesta espécie (LI & BEUSELINCK, 1996), são, na verdade, sóboles. É provável que em alfafa isto também seja verdadeiro.

3.2 Aspectos agronômicos

A alfafa é uma espécie exigente em fertilidade de solo, não tolerando solos ácidos ($\text{pH} < 6$), sendo descrita por Carámbula (s.d) como perene, estival, com bom vigor inicial, grande potencial de produção na primavera-verão-outono e elevada capacidade de fixar nitrogênio, muito apropriada para fenação, embora tolere pastejo intenso, desde que pouco frequentes. Quanto ao manejo, a alfafa se adapta perfeitamente ao pastejo rotativo, no qual se favorece um eficiente acúmulo de reservas. No Uruguai, as cultivares Fortin Pergamino e Crioula são as que suportam melhor o pastoreio. Isso demonstra que no Brasil, a falta de tradição no uso da alfafa sob pastejo também é um entrave ao aumento de sua área.

Uma das maiores limitações da alfafa é sua inabilidade em restabelecer os estandes através da ressemeadura natural, o que implica em se manejar os alfafais com cuidado. Na revisão de Leach (1969) sobre a ecofisiologia da espécie, estão apontados os aspectos básicos do manejo sob corte e/ou pastejo. Os estudos sobre a resposta

da alfafa às desfolhações mostraram que em climas temperados, para produção de feno, o ideal seria atrasar os cortes até que 10% das plantas estivessem florescidas, em intervalos variáveis para cada situação climática, mantendo-se resíduos entre 7 e 10 cm. Essas recomendações somente ratificaram os resultados dos trabalhos clássicos de Smith & Nelson (1967), que nortearam o manejo da espécie em todo o mundo. A quebra desse paradigma de manejo iniciou com o desenvolvimento das cultivares tipo-pastejo.

Leach (1969) encontrou variação no número e tamanho de hastes e na produção de MS em função do manejo. Os principais efeitos da intensidade de corte e do estágio fenológico em que foram efetuados os cortes ocorreram no nº das hastes e no tempo em que estas iniciavam seu crescimento: cortes menos severos, ou mais tardios, em intervalo de 4 semanas, resultaram em maiores produções. Já nesta época, o autor recomendou que o melhorista examinasse a variação na população de gemas, selecionando as plantas que pudessem produzir gemas mais desenvolvidas em nível de coroa, ou seja, basilares. O lançamento da cv. Alfagraze veio, portanto, confirmar tal consideração.

Como planta perene, a alfafa é altamente produtiva, sendo sua produção dependente do nº de plantas por área, nº de hastes por planta e MS de cada haste. A área e a massa foliar são, algumas vezes, medidas devido à sua relação com a produção, e algumas vezes, a largura coroa é estimada como uma medida indireta da população de hastes (SENGUL, 2002).

No Brasil, há diversos estudos com alfafa, que iniciaram no Rio Grande do Sul, com o objetivo de avaliar sua resposta a

desfolhações. Jacques (1976) obteve com alfafa Crioula maior produção de MS com cortes realizados a 7,5 cm em relação a 2,5 cm, independentemente do estágio de desenvolvimento. Costa & Saibro (1994) verificaram que cortes praticados em plantas no estágio vegetativo e a 10 cm de resíduo, durante a primavera e o inverno, promoveram maiores teores de CNE, ao passo que cortes a 5 cm implicaram em menores teores de CNE. Monteiro et al. (1999), em Piracicaba, com as cvs. Crioula e CUF-101 observaram que mais de dois terços dos brotos surgiram nas duas primeiras semanas após o corte, independentemente da frequência e intensidade da desfolhação. Os autores ressaltaram que cortes menos intensos (7 cm) em relação aos mais intensos (2 cm) foram mais favoráveis, por explorarem a capacidade fotossintética da área foliar remanescente e das brotações no momento do corte. No Rio Grande do Sul, segundo Costa & Saibro (1992), os maiores rendimentos de alfafa são obtidos na primavera-verão. Em seu estudo, cortes praticados a 5 cm acima do solo, quando as plantas encontravam-se no florescimento, resultaram em maiores rendimentos de MS, além de fornecerem uma melhor distribuição estacional da forragem. Já cortes praticados em plantas no estágio vegetativo e a 10 cm acima do solo forneceram forragem com maiores teores de PB em todas as estações do ano, enquanto cortes no estágio de florescimento, durante o verão e o inverno, forneceram os maiores rendimentos de PB.

4 Aspectos anatômicos de leguminosas forrageiras

A anatomia vegetal tem relevante destaque na agronomia, principalmente na fitotecnia, afinal é o corpo do vegetal o seu principal recurso. As práticas exigem uma atenção especial na relação dos diferentes vegetais com os diversos manejos, pois, o corpo do vegetal está dinamicamente relacionado com essas práticas (SILVA et al., 2005).

Os estudos anatômicos em plantas forrageiras são importantes na medida em que podem ser uma ferramenta para a seleção de plantas mais digestíveis, pois as estruturas fisiológicas e histológicas em folhas e caules das plantas limitam a degradação da planta. Estas estruturas variam com as partes da planta, tipos de plantas e espécies, como também as condições de crescimento das mesmas. A anatomia das plantas influencia a degradação da forragem pelos microrganismos do rúmen, visto que a degradação muitas vezes não ocorre, ou ocorre de forma muito lenta, com tecidos altamente lignificados (AKIN, 1989).

As espécies forrageiras constituem-se de diversos tipos de tecidos cuja composição químico-física está diretamente relacionada às funções da planta. Os tecidos de sustentação apresentam células mais agrupadas, com paredes mais espessas e lignificadas; já os tecidos de assimilação são ricos em cloroplastos, apresentando células com parede delgada e não lignificada (PACIULLO, 2003).

Bourquin et al. (1994) descrevem que a quantidade e qualidade de alimento consumido pelos ruminantes são fatores que permitem a presença e a função dos microrganismos presentes no

rúmen. Para que os microrganismos possam degradar e sintetizar os tecidos presentes, com auxílio da secreção salivar, requerem condições constantes de temperatura (39 °C) e pH (5,5 a 7,0), formando então o bolo alimentar, difundindo a secreção de uréia e bicarbonato bem como os produtos de fatores voláteis e permitindo a passagem de resíduos indigestos e microbiais para fora do rúmen. As diferenças na composição celular de folhas e hastes com tipos de tecidos como mesofilo, floema, e xilema que variam em frações e composição de parede celular e estrutura interna, demonstram heterogeneidade na degradabilidade nos ruminantes, bem como a maior ou menor atividade microbiana e eficiência no aproveitamento da proteína em animais alimentados com forragens.

A lignina é considerada resistente aos patógenos, pois dificulta sua colonização; assim, as plantas tentam se defender dos invasores com a formação de novas barreiras estruturais, como a deposição de lignina e outras substâncias. Já, para a forragicultura a lignina é considerada um empecilho à degradação pelos microrganismos que habitam o rúmen (AGRIOS, 1997).

CAPÍTULO I

DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO DE POPULAÇÕES DE ALFAFA (*Medicago sativa* L.) COM DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

Daniela Favero,³ Simone Meredith Scheffer-Basso⁴

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo caracterizar três populações de alfafa, com a finalidade de verificar o valor da seleção em estágio de plântula na obtenção de plantas com hábito prostrado, e determinar o atributo mais evidente que distingue o tipo-pastejo do tipo-feno. Foram comparadas duas populações de alfafa Crioula (tipo-feno) selecionadas quanto ao comprimento do 2º entrenó das plântulas (Crioula-EL, entrenó longo= 2,5 cm; Crioula-EC, entrenó curto=1,5 cm) e a cv. Alfagraze (tipo-pastejo). O trabalho foi conduzido em ambiente semi-protégido, entre maio e dezembro/2004, com cultivo em vasos. As plantas foram colhidas integralmente aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias de crescimento após o transplante para os vasos (51 dias após a semeadura). A estatura a Crioula-EC (47 cm) foi similar ($P>0,05$) à cv. Alfagraze (45 cm), sendo ambas inferiores à Crioula-EL (55 cm), indicando que o entrenó da plântula esteve relacionado com tal atributo. A cv. Alfagraze mostrou hábito mais prostrado, maior diâmetro de planta e de coroa e maior proporção (19,3%) de

³ Bióloga, mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal. E-mail: danielafavero@lci.upf.br

⁴ Orientadora, Eng.-Agr., Dra., Professora do PPAgro e ICB, UPF. E-mail: sbasso@upf.br

hastes da coroa em relação às populações da cv. Crioula (Crioula-EL= 7,3%; Crioula-EC= 8,1%).

Palavras-chave: coroa, estatura, tipo-feno, tipo-pastejo.

**MORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF ALFALFA
(*Medicago sativa* L.) POPULATIONS WITH DIFFERENT
GROWTH HABITS**

ABSTRACT: This work had the objective to characterize three populations of alfalfa with the purpose of verifying the selection value in seedling stage in obtaining plants with prostrate habit and determining the most evident attribute which distinguishes the grazing-type from hay-type. Two populations of alfalfa Crioula (hay-type), selected as for the 2nd internode length of seedlings (Crioula-LI, long internode= 2.5 cm; Crioula-SH, short internode= 1.5 cm), and the cv. Alfagraze (grazing-type) were compared. The assay was conducted in semi-protected ambient between May and December/2004, in cultivation in pots. The harvest times were 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after the transplant to the pots (51 after the seeding). The Crioula-SI (47 cm) height was similar ($P>0,05$) to cv. Alfagraze (45 cm) and both inferiors to Crioula-LI (55 cm), indicating that the seedling internode was related to such attribute. The cv. Alfagraze showed more prostrate habit, bigger plant and crown diameter and the biggest proportion (19.3%) of crown stems in relation to the cv. Crioula populations (Crioula-LI= 7.3%; Crioula-SI= 8.1%).

Key words: crown, hay-type, height, grazing-type, plant.

1 INTRODUÇÃO

A alfafa (*Medicago sativa* L.) é uma espécie forrageira utilizada há mais de 3.000 anos, originária da Ásia, tendo o Irã como centro geográfico de origem, de onde se difundiu pelo mundo em função de sua qualidade e adaptação (BOLTON, 1962). No Brasil, chegou aproximadamente no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se expandiu aos demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná (NUERNBERG et al., 1992). Segundo Alvim et al. (1996), nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul, onde estão concentradas as maiores bacias leiteiras do país, tem havido crescimento na implantação de sistemas intensivos de produção de leite, onde a alfafa, pela sua qualidade, é indicada para animais com alto potencial de produção, pois, quando bem manejada essa leguminosa pode produzir até 20 t.ano⁻¹ de MS, com teor médio de proteína bruta (PB) de 25%.

A alfafa mais cultivada no Brasil é a cv. Crioula, resultante de um processo conjunto de seleção realizado pelo homem e pela natureza, representando uma população adaptada às condições de cultivo vigentes no Rio Grande do Sul, cujo desempenho tem superado os de outros cultivares introduzidas (SAIBRO et al., 1999). Segundo Perez (2003), existe variabilidade no germoplasma de alfafa Crioula para aptidão ao pastejo, o que permite o progresso genético nessa característica.

As técnicas de manejo em alfafa foram desenvolvidas de modo a adaptar o pastejo às características da planta, historicamente selecionada para a utilização sob cortes. Por esse motivo, sua

utilização tem se dado sob regime de pastejo rotativo, procurando imitar o manejo sob cortes (HOVELAND, 1994). Porém, a introdução de outros fatores de estresse, como pisoteio, a compactação do solo e o pastejo seletivo afetam o crescimento e a persistência da alfafa (ROMERO et al., 1995).

Possivelmente, o primeiro estudo sobre a avaliação de persistência de alfafa em elevada e contínua pressão de pastejo tenha sido realizado na Austrália, por Kaehne (1978), cuja metodologia serviu de base para a construção do protocolo para os trabalhos de melhoramento visando uso sob pastejo. Nesse estudo pioneiro foram testadas cinquenta populações obtidas pelo cruzamento de diferentes tipos de alfafa. Após 22 meses sob pressão de pastejo elevada e contínua onde a altura do resíduo era mantida abaixo de 5 cm de altura, as plantas sobreviventes foram caracterizadas quanto à sobrevivência e à produção, constatando-se diferenças importantes entre os grupos.

Smith et al. (1989), ao avaliarem diversas cultivares sob pressão de pastejo elevada e contínua, consideraram que a seleção para aptidão ao pastejo nessas condições era a melhor maneira de identificar a persistência de plantas, uma vez que assim as plantas são submetidas aos diferentes tipos de estresses. Esses autores verificaram que as cultivares de maior persistência possuíam maiores teores de carboidratos não estruturais (CNE) nas raízes. No entanto, o hábito de crescimento é um fator importante a considerar, pois segundo Brummer & Bouton (1991), plantas decumbentes persistem melhor do que plantas eretas quando submetidas à pressão de pastejo contínua. Nos Estados Unidos, os trabalhos de seleção sob pressão de pastejo

elevada e contínua culminaram no lançamento da cv. Alfagraze, que apresentou desempenho similar às cultivares do tipo-feno no que se refere à produção, preferência e desempenho animal (BOUTON et al., 1991).

Segundo Perez (2003), a aptidão ao pastejo, na alfafa, pode estar relacionada com características morfológicas relativas às hastes, como entrenós curtos. No seu estudo, foi observada variabilidade fenotípica na fase de plântulas, sugerindo a possibilidade de seleção precoce para aptidão ao pastejo através da altura do primeiro nó, ou seja, do ponto de inserção da folha unifoliolada.

Este trabalho teve como objetivo comparar o desenvolvimento morfológico de populações de alfafa de diferentes aptidões, sendo duas populações da cv. Crioula, selecionadas em estágio de plântula, pelo comprimento do segundo entrenó, e a cv. Alfagraze, com a finalidade de auxiliar nos trabalhos de seleção da espécie. As seguintes questões foram elaboradas: a) O hábito das plântulas é um indicativo precoce do hábito de crescimento das plantas adultas? b) O comprimento do segundo entrenó da plântula é um marcador morfológico para seleção precoce de alfafa de hábito mais prostrado? c) Qual (s) o (s) atributo (s) mais evidente que distingue alfafa tipo-feno do tipo-pastejo?

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Passo Fundo, entre maio e dezembro de 2004, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul localizado a 28°15'S e 52° 24''W e a 687 m de altitude. O clima é

temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22° C (Moreno, 1961). Na Figura 1 constam os dados de temperaturas médias ocorridas durante o período experimental e as normais regionais.

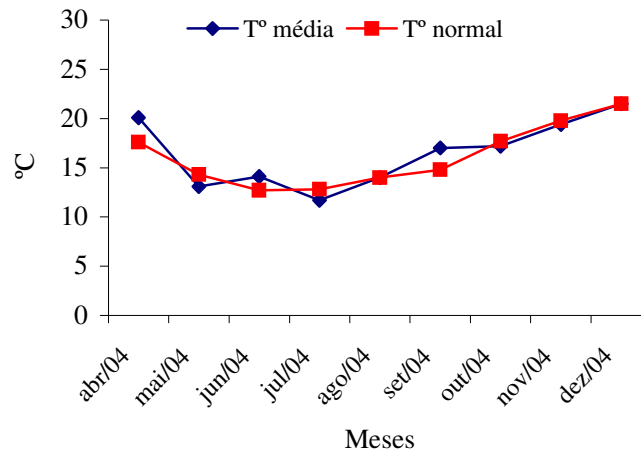


Figura 1- Temperaturas médias mensais ocorridas durante o período experimental e as normais (média de trinta anos). Passo Fundo RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br

O ensaio constou da avaliação do desenvolvimento morfológico de três populações de alfafa, sendo a cv. Alfagraze (A) e duas populações da cv. Crioula, cujas sementes foram adquiridas no comércio local; as populações dessa última cultivar foram obtidas em estágio de plântula quanto ao comprimento do segundo entrenó do eixo caulinar, compreendido como o espaço entre a folha unifoliolada e a primeira folha trifoliolada. As plantas foram colhidas aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias de crescimento após a o transplante para os vasos, aos 51 dias após a semeadura. As populações da cv. Crioula foram denominadas de Crioula-EL (entrenó longo= 2,5 cm) e Crioula-

EC (entrenó curto= 1,5 cm); o comprimento médio do entrenó da cv. Alfagraze foi estimado em cerca de 1,5 cm.

Para a seleção de tais populações, em 26 de abril de 2004, foi realizada a semeadura das cvs. Crioula e Alfagraze em bandejas hortícolas (Figura 2) preenchidas com substrato comercial, sendo mantidas em ambiente semi-protegido, sob irrigação automática por aspersão, durante 51 dias. Semanalmente, foi aplicada, por aspersão, uma solução de NPK (1 ml.3 L⁻¹ de água) sobre as plântulas, e ao final deste período foi feita a seleção das populações da cv. Crioula mediante a avaliação do comprimento do 2º entrenó do eixo caulinar, quando, também, foi tomada a média do comprimento do entrenó da cv. Alfagraze. No dia 16 de junho as plântulas das três populações (cv. Alfagraze, Crioula-EL, Crioula-EC) foram transplantadas para as unidades experimentais definitivas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis repetições, em modelo de parcela subdividida no tempo (populações = parcela principal; épocas de colheita= subparcela).



Figura 2 – Aspecto das bandejas hortícolas onde foram mantidas as plântulas de alfafa durante 51 dias após a semeadura. Passo Fundo, RS, 2004.

As unidades experimentais constaram de copos e vasos plásticos, de acordo com a época da colheita: para as colheitas realizadas aos 30 e 60 dias foram utilizados copos plásticos com capacidade para 500 mL; para 90 e 120 dias, vasos com capacidade para 1 kg e para as demais, vasos com capacidade de 5 kg de solo. No fundo dos vasos foram colocadas porções de brita para auxiliar na drenagem. O cultivo das plantas ocorreu em condições de ambiente protegido, sendo um telado com cobertura impermeável transparente, tendo como proteção lateral telas plásticas do tipo clarite (Figura 4).



Figura 3- Vista geral das unidades experimentais aos trinta dias após o transplante. Passo Fundo, RS, 2004.

O substrato para o cultivo das plantas constou de uma mistura de solo, provindo de área de lavoura, dois tipos de cama sobreposta de suíno, à base de maravalha e casca de arroz, e areia, na proporção de 60:30:7:3. Esse substrato foi desinfetado com uma solução aquosa de formol a 5% através de irrigação até o ponto de escoamento; após esse procedimento os copos e vasos permaneceram cobertos com lona plástica durante 24h e após duas semanas as

plântulas foram transplantadas. A análise químico-física do substrato mostrou as seguintes características: pH: 5,3%; P: 51 mg.L⁻¹; K: 201 mg.L⁻¹; argila: 36%; matéria orgânica: 6,1 %; Al: 0,0 cmol_c.dm⁻³; Ca: 6,7 cmol_c.dm⁻³; Mg: 6,4 cmol_c.dm⁻³; H+AL:3,9 cmol_c.dm⁻³ e CTC: 17,5 cmol_c.dm⁻³. Não houve necessidade de adubação, pois as características químicas estavam de acordo com as exigências da espécie. A inoculação foi realizada aos 60 dias após o transplante, com aplicação de 250 mL.vaso⁻¹ de uma solução de *Rhizobium meliloti* a 2 g.L⁻¹. Durante os 180 dias de crescimento foram realizadas duas aplicações de uma solução de inseticida à base de abamectina 18 CE a 0,01% para controle de insetos.



Figura 4- Vista geral do local de cultivo das plantas. Passo Fundo, RS, 2004.

As colheitas ocorreram em 16/07, 16/08, 16/09, 16/10, 16/11 e 16/12, para as idades de 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias, respectivamente. As plantas foram avaliadas através de medidas lineares, de contagem, de superfície, de peso e de volume (Benincasa, 2003), sendo que a partir de tais medidas foram calculadas a relação folha: caule (RFC= g MS de folha.g MS de caule⁻¹) e relação raiz:

parte aérea (RPA= g MS raiz.g MS parte aérea⁻¹). No momento da colheita foram tomadas as medidas relativas à estatura, sendo respeitado o caimento natural das mesmas, e ao diâmetro, convencionado como a distância entre as duas hastes mais externas e opostas de cada planta, no ápice das mesmas. Posteriormente, as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas em água corrente e levadas ao laboratório, onde a parte subterrânea foi separada em raízes e coroa, e a parte aérea, em hastes e folhas. As avaliações foram as seguintes: a) diâmetro da coroa, medido através de paquímetro digital; b) comprimento da haste 1ª e dos entrenós desta haste; c) área foliar (AF), através de medidor da área foliar eletrônico LICOR-3100A; d) nº de hastes da coroa e hastes totais; e) volume de raízes, através da proveta graduada; f) dimensão longitudinal da massa radical, tomada entre a base da raiz primária e o ápice da raiz mais longa; g) acúmulo de MS de folhas, hastes e raízes, mediante secagem em estufa à 60°C até peso constante.

Os resultados foram analisados submetidos à análise de regressão em função dos dias de crescimento após o transplante para os vasos, em modelo de parcela subdividida no tempo, onde População foi considerada a parcela principal e Época de colheita, a subparcela.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para algumas variáveis de crescimento houve apenas efeito simples dos fatores População e Época de colheita: na média das épocas, as populações mostraram diferenças quanto à estatura, nº

de hastes da coroa, comprimento e nº de nós da haste 1ª. Para estas variáveis e, também, para comprimento de entrenó da haste 1ª, comprimento e volume de raízes, AF, massa seca de folhas (MSF), hastes (MSH), parte aérea (MSPA) e raízes (MSR), RFC e RPA houve efeito simples de Épocas de colheita. Para os diâmetros de coroa e de planta houve efeito significativo da interação População x Época de colheita.

As populações Alfagraze e Crioula-EC foram similares ($P>0,05$) apenas quanto à estatura média, sugerindo uma tendência de manter-se ao longo do tempo o caractere pelo qual foi realizada a seleção em estádio de plântula para a cv. Crioula, uma vez que a Crioula-EL mostrou a maior estatura média (Tabela 1). No entanto, para o comprimento da haste 1ª, que correspondeu ao eixo caulinar no qual foram feitas as medidas do comprimento do entrenó em plântulas, esse comportamento não se manteve, não havendo diferenças entre as populações da cv. Crioula quando adultas.

Normalmente, a estatura está vinculada ao hábito da planta, sendo consideradas eretas àquelas com maior estatura, e, que, no caso de plantas forrageiras é importante de ser observada para seleção de plantas com aptidão para pastejo. Campbell et al. (1997) descreveram em *Medicago ruthenica* L., variações de hábito ereto a procumbente, sugerindo que plantas eretas poderiam ser selecionadas para produção de feno, ao passo que as de crescimento procumbente teriam mais aptidão para pastejo. Já, segundo Nelson & Moser (1994), leguminosas com caules mais prostrados são geralmente menos produtivas em relação às eretas, mas podem ser pastejadas ou cortadas intensamente, porque as gemas apicais e axilares são mais protegidas

e, freqüentemente, porque retêm mais área foliar próximo à superfície do solo. No entanto, o desenvolvimento da cv. Alfagraze contrariou tais afirmações, uma vez que esta cultivar mostra desempenho similar às cultivares tipo-feno no que se refere à produção, preferência e desempenho animal (BOUTON et al., 1991).

Tabela 1- Caracteres morfológicos de populações de alfafa, na média das seis colheitas mensais durante 180 dias de crescimento após o transplante para vasos (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004

Caracteres morfológicos	Populações		
	Alfagraze	Crioula-EC	Crioula-EL
Estatura (cm)	45,1 B	46,7 B	54,5 A
Haste 1ª (cm)	16,7 B	21,1 A	24,0 A
Nós da haste 1ª (nº.haste ⁻¹)	3,6 B	6,2 A	4,8 AB
Hastes da coroa (nº.planta ⁻¹)	8,1 A	5,3 B	4,8 B

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Para fins de caracterização das populações, a haste 1ª teve sua importância somente na fase inicial de crescimento após transplante, pois na medida em que as ramificações basilares e axilares se desenvolveram houve uma supressão do seu crescimento e, conseqüentemente, da sua expansão longitudinal. Dentre as populações, a haste 1ª da cv. Alfagraze teve o menor nº de nós, ao passo que a Crioula-EC teve comportamento oposto. Embora o comprimento de entrenós não tenha sido distinto entre as populações, a Crioula-EC manteve a tendência de ter o menor comprimento (4,94 cm) em relação à Crioula-EL (6,17 cm). É possível que, sob condições de crescimento ininterrupto, como foi o caso deste estudo, esse marcador morfológico não possa ser totalmente avaliado quanto à sua validade para seleção de plantas mais prostradas, em virtude da supressão do crescimento da haste primária. No entanto, sob

condições de desfolhação periódica, quando parte do perfil da planta é removida, a condição mais favorável de luminosidade junto à base das hastes, incluindo a haste 1ª, pode permitir a obtenção de outras respostas. Um aspecto extremamente importante foi o número de hastes da coroa, no qual se destacou a cv. Alfagraze ($P < 0,05$), 52% superior à melhor população da cv. Crioula. Segundo Leach (1969), a rebrota proveniente de gemas axilares próximas à coroa pode ter um papel importante devido à sua própria recuperação após o corte, principalmente no período em que o desenvolvimento da área foliar é o principal fator limitante ao crescimento.

Quanto à dimensão das plantas, aos 30 dias a estatura média era de 15,4 cm e o diâmetro de 13 cm. A partir desse período, houve aumento, em nível quadrático para tais variáveis, sendo que aos 180 dias, as plantas adultas e florescidas, apresentaram cerca de 72 cm de estatura e 74 cm de diâmetro (Figura 5). O diâmetro tendeu a estabilização a partir do 120º dia, ao passo que, para a estatura, isso se verificou aos 180 dias. O aumento do diâmetro das plantas deveu-se à ramificação das mesmas, que aos 30 dias possuíam apenas três hastes; a partir do 120º dia houve um ritmo acelerado nesse processo, em função do aumento das temperaturas (Figura 2), e aos 180 dias, as plantas estavam, na média, com 89 hastes totais, demonstrando o vigor das plantas passado o período de estabelecimento (Figura 6). Com isso, a expansão da haste 1ª foi sendo suprimida, tendo reduzido também o número de nós (Figura 7).

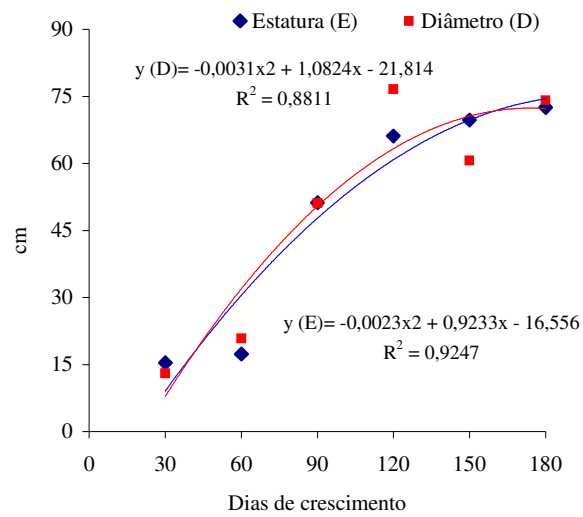


Figura 5- Estatura e diâmetro de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.



Figura 6- Aspecto das hastes de populações de alfafa aos 120 dias após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

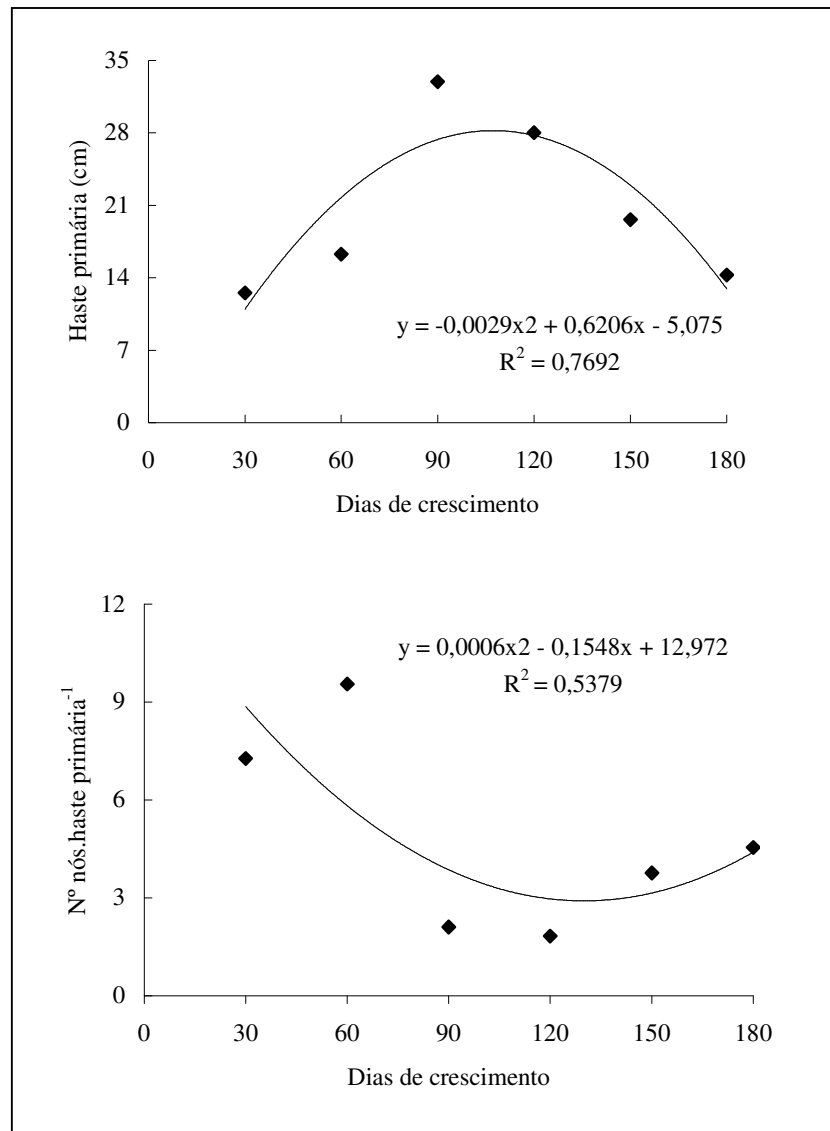


Figura 7- Comprimento e número de nós da haste primária de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

Aos 180 dias o comprimento médio da haste 1ª foi de apenas 15 cm, quando a estatura média era de 75 cm, demonstrando, portanto, sua menor contribuição na formação do dossel e da produção de MS na medida em que houve o surgimento de novas hastes. No entanto, as plantas exibiram um notável aumento no diâmetro da coroa e no nº de hastes oriundas dessa estrutura (Figura 8), indicando ser um processo ativo na alfafa e para o qual as populações demonstraram importantes diferenças, já comentadas anteriormente (Tabela 1).

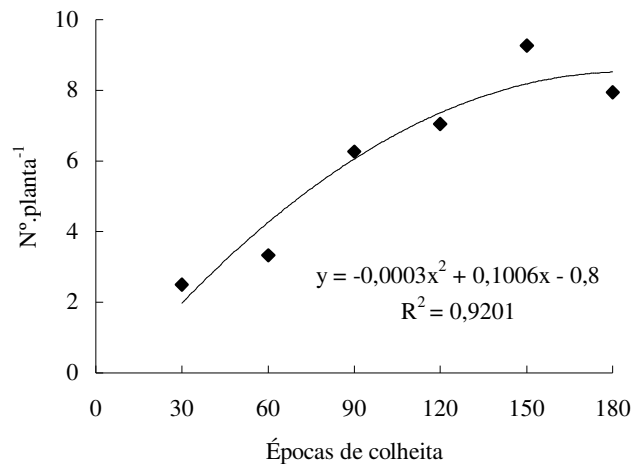


Figura 8- Número médio de hastes originárias da coroa de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

A coroa, na medida em que aumentou de diâmetro, originou novas hastes basilares, o que é fundamental para a rebrota e persistência sob pastejo, uma vez que normalmente não são eliminadas totalmente pelos animais. A dimensão da coroa também é um caractere importante para a resistência das plantas ao pisoteio, pois

é local de armazenamento de CNE. A persistência do alfafal está diretamente ligada ao seu manejo, sendo que a rebrota das plantas se efetua às expensas de reservas de CNE acumuladas durante o período de crescimento dos caules (LEACH, 1968; RASSINI et al., 2003). Os estudos de Leach (1970) apontaram que 90% da produção de MS da alfafa são devidos às brotações que surgiram da coroa ou de pontos situados até 2 cm acima dela.

A área foliar aumentou consideravelmente em função da idade (Figura 9), numa conseqüência direta da produção de hastes, e, conseqüentemente, do aumento dos sítios meristemáticos (NELSON & SMITH, 1968), processos acelerados pelo aumento das temperaturas.

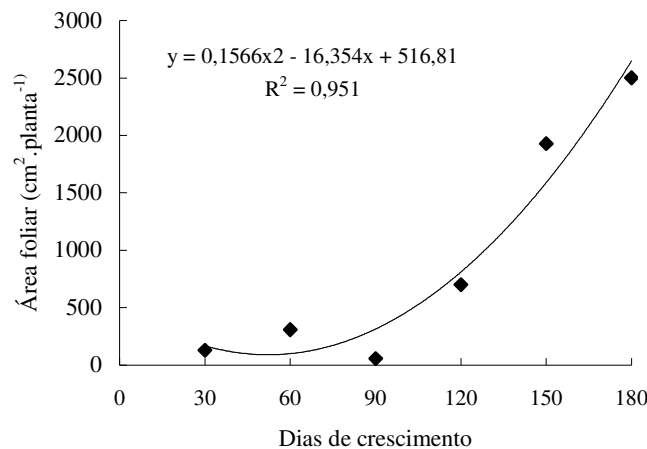


Figura 9- Dinâmica da área foliar de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

De acordo com Leach (1969), a temperatura mais elevada parece agir sobre o crescimento das plantas por meio do aumento da

área foliar dos brotos basais. Em seu estudo com alfafa houve um aumento de 22% da área foliar a partir das brotações basilares quando a temperatura aumentou de 15 °C para 27 °C, sendo que o peso das hastes teve aumento significativo quando a temperatura variou de 15° para 21 °C, demonstrando a importância das variações ambientais sobre a produtividade da espécie.

O aumento da área foliar ficou demonstrado também através da massa seca alocada em folhas, que, no entanto, estabilizou a partir do 120° dia, ao contrário das hastes, que tiveram aumento constante (Figura 10). Comportamento similar foi observado quanto às frações aérea e subterrânea, com aumentos lineares para as raízes (Figura 11).

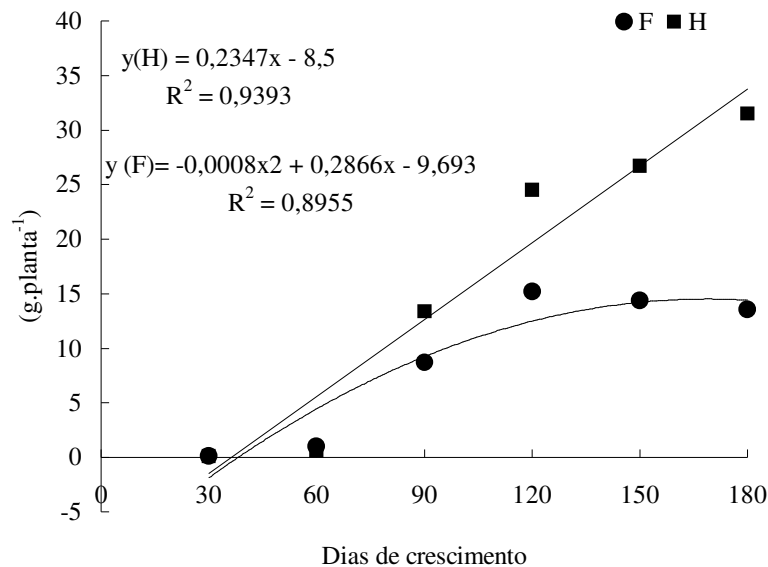


Figura 10- Dinâmica da massa seca de folhas (F) e hastes (H), na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

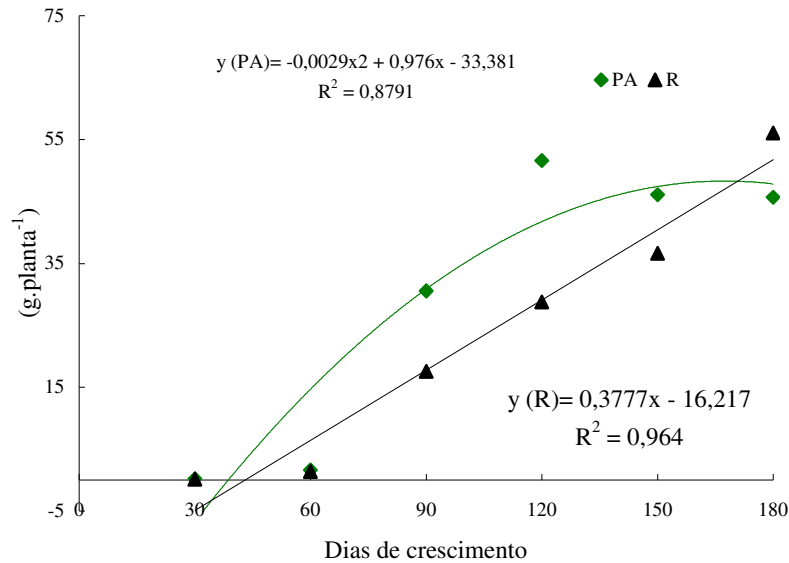


Figura 11- Dinâmica da massa seca da parte aérea (PA) e radical (R), na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

Apesar do constante aumento na massa seca de raízes, evidenciando ser esse componente um forte dreno de fotoassimilados (Figura 11), a dimensão longitudinal de seu perfil não variou entre as populações, exibindo aumento em nível quadrático e permanecendo entre 20 a 30 cm durante o período avaliado (Figura 12). Em condição de campo, segundo Heichel (1983), a profundidade das raízes da alfafa aumenta de acordo com a idade do estande e é fortemente dominado pela raiz 1ª, que pode exibir inúmeras raízes secundárias, sendo que as raízes fibrosas proliferam nos 20 cm do perfil do solo e têm como característica o grande número de nódulos.

O aspecto das raízes das populações, neste estudo, pode ser observado na Figura 13, onde se destacam as vigorosas raízes secundárias e as raízes fibrosas.

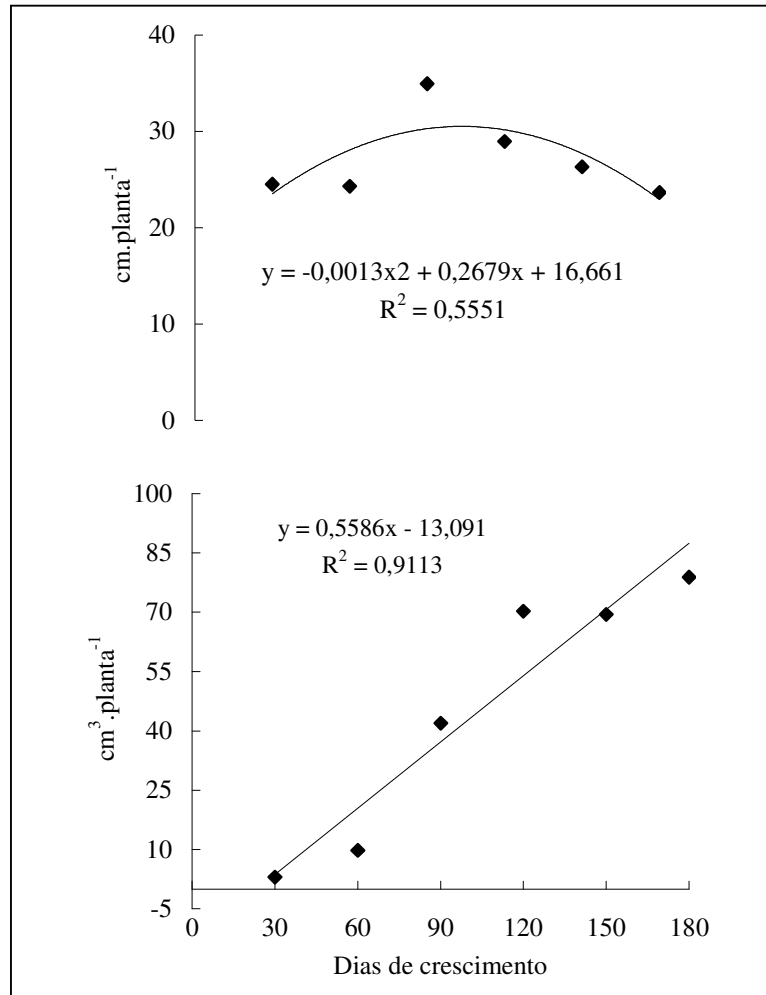


Figura 12- Dimensão longitudinal e volume da massa de raízes, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL), em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

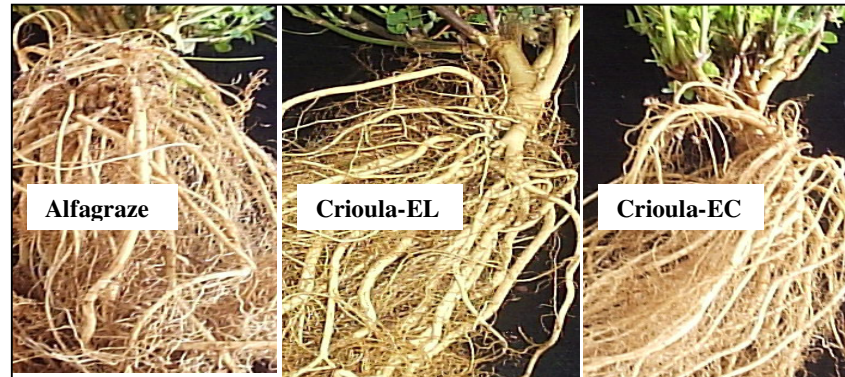


Figura 13- Aspecto das raízes de populações de alfafa aos 180 dias de crescimento após o transplante (51 dias após a sementeira). Passo Fundo, RS, 2004.

Considerando a interação População x Época de colheita para o diâmetro da planta, as diferenças já iniciaram aos 90 dias; a cv. Crioula tendeu a estabilizar a partir do 60º dia, ao contrário da cv. Alfagraze, com aumentos até o término do ensaio, indicando seu maior potencial de expansão lateral (Figura 14). A cv. Alfagraze e a Crioula-EC aumentaram em nível quadrático o diâmetro da coroa, havendo superioridade na primeira, ao passo que a Crioula-EL teve aumento linear. Brumer & Bouton (1991), ao compararem cultivares tolerantes e não tolerantes ao pastejo, evidenciaram que o crescimento decumbente, a produção de hastes finas e a baixa produção tenderiam a estar associados com a aptidão ao pastejo. Para estes autores, os critérios de seleção para aptidão ao pastejo devem incluir a decumbência e a produção outonal de gemas da coroa, caracteres que aparentemente tem forte associação com tolerância ao pastejo.

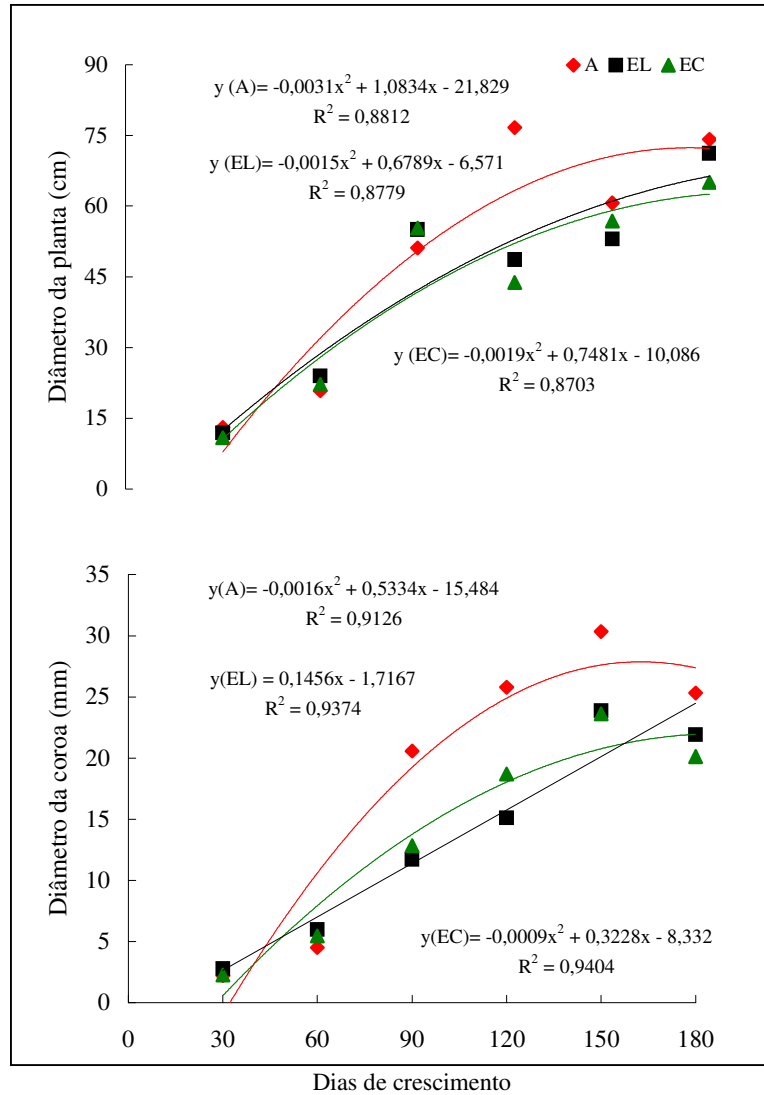


Figura 14- Diâmetro de planta e coroa de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a sementeira). Passo Fundo, RS, 2004.

Na Itália, Piano et al. (1996), avaliando uma coleção de germoplasma de alfafa em relação a caracteres de tolerância ao

pastejo, evidenciaram sete tipos morfológicos, variando de plantas com coroas profundas a superficiais e, dentro desses dois grupos, o hábito prostrado a ereto. As plantas com coroas largas exibiram maior diâmetro de planta, havendo correspondência entre o crescimento aéreo e a morfologia radical. O aspecto geral da disposição das hastes oriundas da coroa, aos 60 dias de idade pode se observado na Figura 15, quando já foi possível perceber a tendência da cv. Alfagraze ao hábito procumbente.



Figura 15- Aspecto da disposição das hastes basilares de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) aos 60 dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

A densidade de hastes totais dos populações variou na tendência e na grandeza, especialmente entre a cv. Alfagraze e as populações da cv. Crioula (Figura 16). Nessas últimas o processo foi mais acelerado a partir do 120º dia, alcançando-se 89 e 77 hastes nas Crioula-EL e Crioula-EC, respectivamente. A cv. Alfagraze teve menor produção total de hastes (57 hastes), porém, 19,3% foram

oriundas da coroa, ao passo que nas demais, essas representaram entre 7,3 (Crioula-EL) e 8,1% (Crioula-EC), aos 180 dias após o transplante, quando se totalizavam 221 dias entre a semeadura e a última colheita.

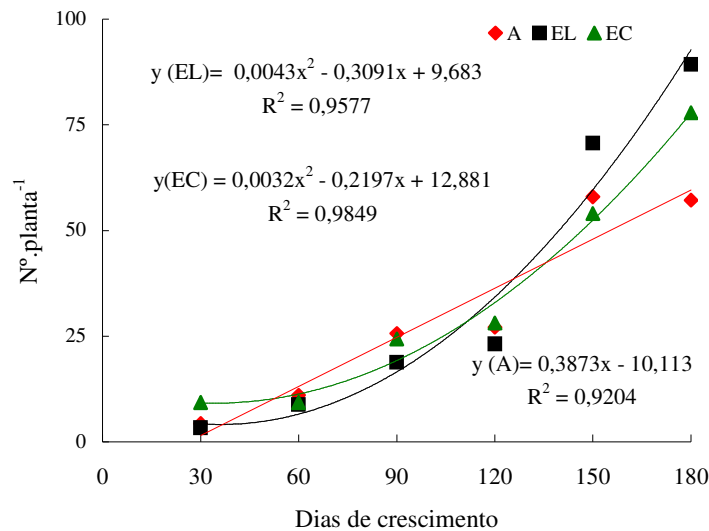


Figura 16- Dinâmica das hastes totais de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

Esse é um aspecto importante a ser considerado entre as cultivares estudadas, em que a maior quantidade relativa de hastes da coroa da cv. Alfagraze, aliada ao crescimento procumbente caracteriza uma planta mais adaptada ao pastejo; já, a maior quantidade relativa de hastes axilares e crescimento ereto das populações da cv. Crioula caracteriza o tipo-feno, sendo essa mais dependente da preservação das gemas axilares para a rebrota. Medeiros (1995), no campo, encontrou valores menores para o nº de hastes da cv. Crioula, sendo

que com a densidade de 17 plantas.m⁻², a média foi de 13,3 hastes totais; com densidades maiores, o nº de hastes diminuiu para 6,4. Segundo Cowet e Sprague (1963), com a utilização de densidades menores há um maior nº de hastes em plantas de alfafa, explicando as diferenças entre os dados deste estudo em relação ao de Medeiros (1995), visto que nos vasos as plantas não têm competição.

Com o aumento das hastes, a relação folha: caule reduziu, de forma mais acentuada na cv. Alfagraze, ao passo que para a cv. Crioula houve maior estabilidade ao longo do tempo (Figura 17).

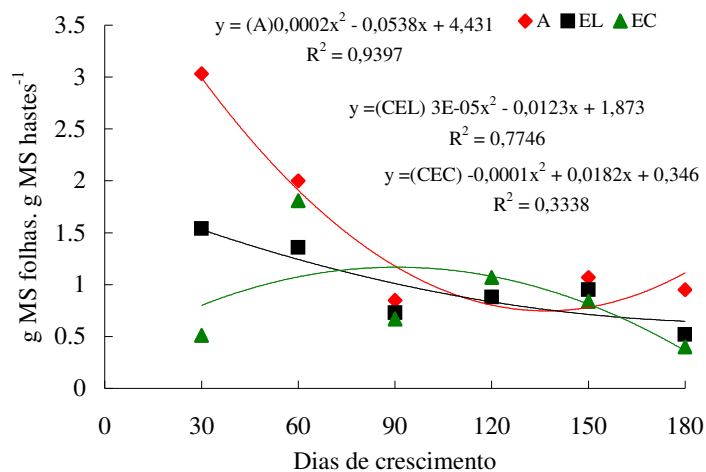


Figura 17- Relação folha: caule de populações de alfafa (A= cv. Alfagraze, EL= Crioula entrenó longo, EC= Crioula entrenó curto) em função de dias de crescimento após o transplante (51 dias após a semeadura). Passo Fundo, RS, 2004.

No entanto, tanto aos 30 (RFC= 3,0) como aos 180 dias (RFC= 0,95), a cv. Alfagraze superou as demais, que, em média reduziram a RFC de 1,0 para 0,46. Esses resultados podem ser atribuídos ao maior número de hastes totais das populações da cv.

Crioula. Silva et al. (1996) acompanharam as modificações na RFC de alfafa em quatro períodos após cortes de uniformização, observando valores acima de 3,0 nos primeiros dias de crescimento; após 50 dias de crescimento, essa relação foi menor ou igual a 1,0 similar ao que foi verificado neste trabalho.

4 CONCLUSÕES

Em alfafa cv. Crioula, o comprimento do entrenó das plântulas sinaliza diferenças quanto à estatura de plantas adultas.

A proporção de hastes da coroa em relação ao total de hastes produzidas e o hábito mais prostrado são caracteres indicativos de alfafa tipo-pastejo.

CAPÍTULO II

DESEMPENHO DE DUAS POPULAÇÕES DE ALFAFA (*Medicago sativa* L.) cv. CRIOULA SELECIONADAS EM ESTÁDIO DE PLÂNTULA E DA CV. ALFAGRAZE SOB DESFOLHAÇÃO SEVERA

Daniela Favero¹, Simone Meredith Scheffer-Basso²,
Miguel Dall'Agnol³

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo verificar o desempenho de populações de alfafa em resposta à desfolhação, sendo duas de alfafa Crioula (tipo-feno), selecionados em estágio de plântula de acordo com o comprimento do segundo entrenó (EC= 1, 5 cm; EL= 2,5 cm) e a cv. Alfagraze (tipo-pastejo). O cultivo foi em vasos, entre fevereiro e agosto/2004. As populações foram submetidas a duas alturas (2 e 8 cm) e três intervalos de corte (1, 2 e 4 semanas), durante 141 dias. As populações não mostraram diferenças quanto à produção da massa seca (MS) aérea sob cortes a 1 e 2 semanas; sob 4 semanas, a Crioula-EL, com maior estatura e quantidade de hastes, superou ($P<0,05$) as demais. A cv. Alfagraze mostrou a menor estatura, maior diâmetro, maior proporção de hastes da coroa e maior alocação de MS

¹ Bióloga, mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGAgr) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal. E-mail: danielafavero@lci.upf.br

² Orientadora, Eng.-Agr., Dra., Professora do PPAgr e ICB, UPF. E-mail: sbasso@upf.br

³ Eng. Agr., PhD, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: miguel@ufrgs.br

para a parte subterrânea. Houve similaridade entre a cv. Alfagraze e Crioula-EC quanto ao acúmulo de MS do sistema subterrâneo sob cortes a 8 cm. Sob cortes menos intensos as populações da cv. Crioula produziram mais MS de folhas em relação à cv. Alfagraze. O primeiro ciclo de seleção na alfafa Crioula permitiu obter plantas com diferentes produções de MS e graus de sobrevivência.

Palavras-chave: cortes, sobrevivência, tipo-feno, tipo-pastejo

PERFORMANCE OF TWO CRIOULA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) POPULATIONS SELECTED ON SEEDLING STAGE AND cv. ALFAGRAZE UNDER SEVERE DEFOLIATION

ABSTRACT- This work had the objective to evaluate the performance of alfalfa populations in response to defoliation, being two derived from Crioula alfalfa (hay-type), selected at seedling stage according to the length to the second internode (SE=1.5 cm. LE=2.6) and the cv. Alfagraze (grazing-type). The trial was performed in pots, between February and August/2004. The populations were submitted to two high of cuttings (2 and 8 cm) and three cutting intervals (1, 2 and 4 weeks) during 141 days. The populations did not show differences on shoot dry matter (DM) yield under 1 or 2 week-cutting interval; the Crioula-LE, under 4 week-cutting interval was the tallest and had higher amount of stems, surpassing the others ($P<0,05$). The cv. Alfagraze was the shortest one, and presented highest diameter, the biggest proportion of crown stems and also highest DM allocation to underground parts. There was a similarity between the cv.

Alfagraze and the Crioula-SE in relation to the underground DM accumulation under cutting at 8 cm. When cut under a more lenient combination, the Crioula populations yielded more leaf DM than the cv. Alfagraze. The first selection cycle of selection on Crioula alfalfa allowed the selection of plants which present variable yield and survival.

Key words: cutting, grazing type, hay type, survival

1 INTRODUÇÃO

A alfafa (*Medicago sativa* L.) tem sua origem na região próxima ao Irã, distribuídas pela Ásia e Sibéria (BARNES & SHEAFFER, 1995). No Brasil, chegou aproximadamente no século XIX, entrando pelo Rio Grande do Sul, de onde se difundiu aos demais estados, principalmente Santa Catarina e Paraná (NUERNBERG et al., 1992).

Segundo Paim (1994), as dificuldades para expansão do cultivo de alfafa no Brasil vão desde o desconhecimento do cultivo, fertilidade do solo, manejo, irrigação em áreas secas e produção de sementes, até a seleção de materiais mais adequados e em equilíbrio com as principais doenças e pragas que acompanham a cultura em todo mundo. Tradicionalmente, no Brasil, essa espécie tem sido cultivada para obtenção de feno, não havendo cultivares regionais mais adaptadas ao pastejo.

Nos Estados Unidos, a cv. Alfagraze foi desenvolvida como uma cultivar tolerante ao pastejo, o que foi uma importante conquista para a ampliação do uso da espécie. A seleção das linhagens usadas no cruzamento para obtenção do novo material foi feita com base na habilidade dessas linhagens sobreviver ao superpastejo, sob lotação contínua (BOUTON et al., 1991). Essa cultivar revelou ser extremamente persistente sob pastejo, possuindo boa produção de forragem e de sementes (SMITH et al., 1989). Em pastagens mistas de alfafa e festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) sob pastejo contínuo, a cv. Alfagraze persistiu melhor que as alfafas selecionadas para a produção de feno, embora essa associação tenha reduzido a

persistência da primeira em relação ao seu cultivo puro (SMITH et al., 1992).

No Brasil, a maior disponibilidade de sementes é da alfafa Crioula, resultante de processo de seleção natural, representando uma população adaptada às condições de cultivo vigentes no Rio Grande do Sul (DALL'AGNOL & SCHEFFER-BASSO, 2000; OLIVEIRA, 2001). A produção de forragem de alfafa vem demonstrando grandes variações de produção de massa seca (MS), onde na maioria das situações o potencial produtivo não é alcançado em função de limitações ambientais e manejo inadequado (PAIM, 1994). Segundo Saibro (1985), a produção anual situa-se em 6 t.ha⁻¹ de MS, apesar do potencial ser de aproximadamente 22 t.ha⁻¹ de MS (PAIM, 1994). A produção de sementes de alfafa, no Brasil, é uma alternativa secundária em relação à produção de forragem, podendo, no entanto, ser uma boa alternativa para o produtor (NUERNBERG, 1992).

A frequência de utilização de uma forrageira determina tanto a produtividade quanto a qualidade de forragem, sendo que sob cortes mais frequentes há a diminuição da produção, mas com melhor valor nutritivo, ao passo que em utilização menos frequente obtêm-se maiores produções, mas com baixa qualidade (BOTREL et al., 1996). Jacques et al. (1974; 1975), estudando o efeito de alturas de cortes (2,5 cm; 7,5 cm) em distintos estádios de desenvolvimento de alfafa Crioula, verificaram que com as maiores alturas houve maior produção de MS, maior de teor de proteína bruta (PB) e maior MS de raízes, independente do estágio de desenvolvimento. Isso foi atribuído à maior área de interceptação de luz e maior disponibilidade de produtos decorrentes da fotossíntese, como reservas de carboidratos

não estruturais e nitrogênio total, bem como maior área foliar remanescente.

Segundo Smith et al. (1986), a altura de cortes afeta a produção, mas não afeta a persistência da alfafa, desde que sejam respeitados os níveis de carboidratos não estruturais (CNE) das raízes entre um corte e outro. Hoje se sabe que as reservas protéicas também são importantes para a rebrota, principalmente para compensar a redução na fixação de nitrogênio que ocorre durante os dez primeiros dias após o corte Kim et al., (1991; 1993).

Brown et al. (1972) consideraram diversos fatores para subsidiar a compreensão da baixa persistência das alfafas selecionadas para produção de feno quando mantidas sob desfolhação freqüente. Entre eles, pode ser citada a falta de ajuste entre o corte e a rebrota, associada aos gastos metabólicos devido à respiração após o corte. Na região Pampeana da Argentina, observou-se que, apesar do uso de cultivares adaptadas à região e com baixa taxa de lotação, a alfafa persistiu somente três anos sob lotação contínua. As desfolhas freqüentes provocaram a perda de vigor dos estandes, reduzindo o tamanho do sistema radical, acelerando o processo de morte das plantas em condições de seca, sob ataque de pragas ou doenças e geadas intensas (ROMERO, 1988; ROMERO et al., 1995).

A recuperação da alfafa após o pastejo difere daquela após o corte. O corte mecânico reduz a área foliar de maneira drástica e instantânea, sendo semelhante ao pastejo muito intenso sob lotação rotacional. No primeiro terço do período do pastejo, os animais despontam os ápices e as folhas, sendo a desfolha gradual. (HODGSON, 1990).

A alfafa Crioula tem, em seu hábito ereto, o perfil característico de um tipo morfológico para fenação, aptidão para a qual tem sido cultivada no Brasil. No entanto, os estudos têm demonstrado variabilidade nessa cultivar quanto a características morfológicas relativas às hastes, como entrenós curtos (PEREZ, 2003). Segundo o autor, existe variabilidade fenotípica no estágio inicial de crescimento, permitindo separar as populações quanto à aptidão ao pastejo através da altura do primeiro nó da plântula, convencionado no seu estudo como o espaço caulinar entre os cotilédones e a folha unifoliolada, possibilitando seu uso como marcador morfológico para a detecção precoce da aptidão ao pastejo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância de duas populações de alfafa Crioula (tipo-feno) selecionadas em estágio de plântula de acordo com o comprimento do segundo entrenó, espaço caulinar entre a folha unifoliolada e a primeira folha trifoliolada, a distintos níveis de desfolhação, tendo como padrão a cv. Alfagraze (tipo-pastejo). As questões a serem respondidas neste estudo incluíram: a) As populações selecionadas e a cv. Alfagraze diferem quanto à resposta ao manejo de cortes? Quais as diferenças mais evidentes entre as populações? Qual o perfil morfofisiológico da alfafa tipo-pastejo e da alfafa tipo-feno?

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Passo Fundo, entre fevereiro e agosto de 2005, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul localizado a 28°15'S e 52° 24''W e a 687 m de altitude. O clima é

temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22 ° C (Moreno, 1961). Na Figura 1 constam os dados de temperaturas médias ocorridas durante o período experimental e as normais regionais.

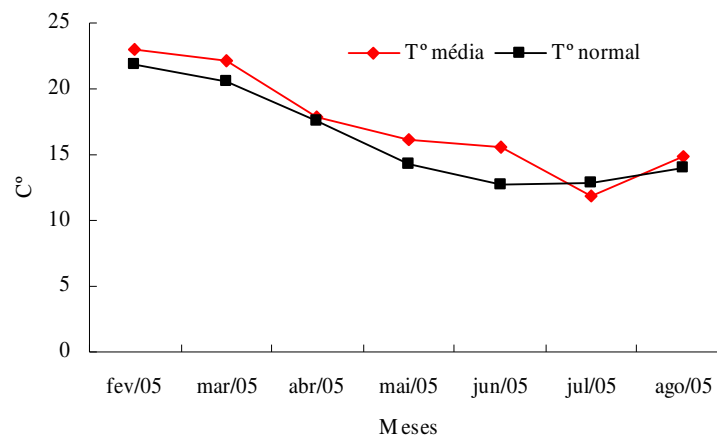


Figura 1- Temperaturas médias mensais entre fevereiro/05 e agosto/2005 e as normais de trinta anos para Passo Fundo, RS. Fonte: www.cnpt.embrapa.br

O ensaio constou da avaliação de três populações de alfafa submetidas a duas alturas (A2= 2 cm; A8= 8 cm) e três intervalos de corte (I1= uma semana, I2= duas semanas e I4= 4 semanas), em esquema trifatorial, sendo os tratamentos dispostos em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. As populações foram a cv. Alfagraze e duas populações da cv. Crioula, selecionadas em estádio de plântula quanto ao comprimento do segundo entrenó da plântula, compreendido como o espaço entre a folha unifoliolada (FU) e a primeira folha trifoliolada (FT1). As duas populações da cv. Crioula foram denominadas de Crioula-EL, caracterizada pelo entrenó longo (2,5 cm) e Crioula-EC, com entrenó curto (1,5 cm); para fins de

comparação, foi medido o entrenó da cv. Alfagraze, sendo, na média, de 1,5 cm.

Para a obtenção das plântulas e seleção das populações da cv. Crioula, em 28 de fevereiro de 2005 foi realizada a semeadura em bandejas hortícolas preenchidas com substrato comercial; em 10 de março ocorreu a emergência das plântulas, que foram mantidas em telado, sob irrigação automática por aspersão durante 30 dias; semanalmente foi aplicada uma solução de NPK ($1 \text{ mL} \cdot 3 \text{ L}^{-1}$); ao final deste período foi realizada a seleção das populações. No dia 30 de março as plântulas da cv. Alfagraze e das populações Crioula-EL e Crioula-EC foram transplantadas para as unidades experimentais definitivas. Essas constaram de vasos plásticos com capacidade para 5 kg de solo seco, onde foi colocada, na base, uma camada de cerca de 2 cm de brita para auxiliar na drenagem. O substrato constou de uma mistura de solo oriundo de lavoura, areia e cama sobreposta de suíno, na proporção 79:18:3. Essa mistura, depois de colocada nos vasos, foi desinfetada, mediante irrigação até o ponto de escoamento, com uma solução de formol a 5%; após esse procedimento os vasos permaneceram cobertos com lona preta durante 24 h para que o formol não evaporasse; após duas semanas desse tratamento as plântulas foram transplantadas, sendo mantida uma planta por vaso. A análise do substrato mostrou as seguintes características: argila: 26%, matéria orgânica: 4,31%, pH H_2O : 5,4, Ind. SMP: 6,2, P: $51 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, K: $195 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, Al: $0,0 \text{ cmol} \cdot \text{L}^{-1}$ Ca: $4,3 \text{ cmol} \cdot \text{L}^{-1}$, saturação de Al: 0%.

As plantas foram cultivadas em ambiente semiprotégido, do tipo telado, com as laterais de clarite, e a parte superior, de filme e

plástico transparente e impermeável. As plantas foram mantidas sem restrição hídrica, mediante irrigação manual. Nos dias 15 e 17/03 e 07 e 12/04 houve aplicação de Azodrin 400 a 0,1% para controle de insetos. Em maio de 2005, aproximadamente sessenta dias após a semeadura, iniciaram as desfolhações, de acordo com os tratamentos acima descritos, com auxílio de tesouras de jardinagem. No intervalo I1, as plantas foram cortadas 17 vezes: 02/05, 09/05, 16/05, 23/05, 30/05, 06/06, 13/06, 20/06, 27/06, 04/07, 11/07, 18/07, 27/07, 01/08, 08/08, 15/08 e 22/08/05; em I2, nove vezes: 02/05, 16/05, 30/05, 13/06, 27/06, 11/07, 27/07, 08/08 e 22/08/05; em I4, cinco vezes: 02/05, 30/05, 27/06, 27/07 e 22/08/05.

As avaliações seguiram a seguinte rotina: imediatamente antes dos cortes foram determinados a estatura (da base das plantas ao ápice das folhas) e o diâmetro convencionado como a distância entre as duas hastes mais externas e opostas de cada planta, no ápice das mesmas; após essas medições as plantas foram cortadas, de acordo com as alturas pré-determinadas (A2 ou A8) e levadas ao laboratório, onde foram avaliadas quanto ao nº de folhas e de hastes, comprimento e nº de nós da maior hastes. Posteriormente foram separadas as folhas e as hastes. No último corte as plantas foram retiradas dos vasos e avaliadas quanto ao volume e dimensão longitudinal da massa radical, tomada entre a base da raiz primária e o ápice da raiz mais longa; comprimento e diâmetro de coroa (aqui considerado a região engrossada do nó cotiledonar), massa seca (MS) das raízes primária e secundárias, raízes fibrosas (as raízes mais finas, oriundas das raízes secundárias), folhas e hastes. As frações folhas, caules, coroa e raízes foram secas em estufa, a 60 °C, por 72 horas e, posteriormente,

pesadas. Os dados foram submetidos à análise de variância, com comparação pelo teste de Tukey a 5% de significância, com a seguinte organização: a) para efeito da comparação da condição da plantas à época do primeiro corte, foi realizada a análise da variância dos resultados da primeira desfolhação e das medidas tomadas imediatamente antes do corte; b) para comparar o efeito do manejo e das populações no total de MS produzida foram somadas as quantidades obtidas em cada corte; c) para verificar a condição final das plantas ao término do período de cortes foi realizada a análise da variância do último corte, isoladamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Condição inicial

Aos 52 dias de idade, por ocasião do primeiro corte, as populações da cv. Crioula estavam com maior estatura em relação à cv. Alfagraze, que, por sua vez, apresentou o maior diâmetro (Figura 2). Após o corte, a análise da variância evidenciou diferença significativa ($P < 0,05$) para n° de hastes, comprimento do entrenó da maior haste e MS de hastes (Tabela 1).

Tabela 1- Características morfofisiológicas de populações de alfafa com diferentes hábitos de crescimento, aos 52 dias de idade, por ocasião do primeiro corte. Passo Fundo, RS, 2005

Caracteres	Populações		
	Alfagraze	Crioula-EL	Crioula-EC
A) Plantas intactas*			
Estatura (cm)	22,25	26,75	26,75
Diâmetro (cm)	23,25	19,75	19,00
B) Material colhido+			
Maior haste (cm)	14,87 B	20,61 A	16,76 B
Entrenó da maior haste (cm)	2,93 B	4,77 A	4,11 A
Hastes (g.planta ⁻¹ de MS)	0,10 B	0,22 A	0,19 AB

*Não foi realizada análise estatística; + Médias com letras iguais na linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Embora considerando-se a pouca idade das plantas, as características das duas cultivares, tipo-feno e tipo-pastejo, já puderam ser evidenciadas, ou seja, para as primeiras, um hábito mais ereto e com maior produção de MS. As alfafas tipo-pastejo, no início dos programas de melhoramento, apresentavam hábito decumbente e baixo potencial de produção (KALLENBACH, et al., 2002).

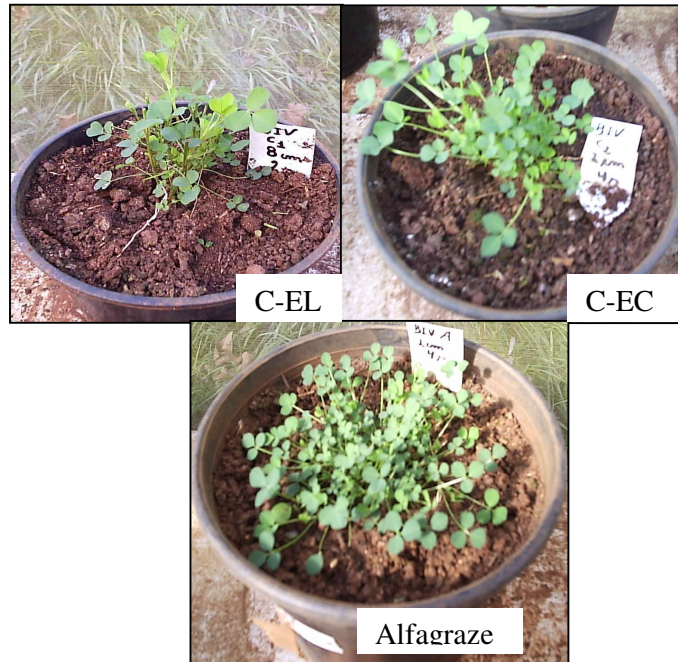


Figura 2- Vista geral de plantas das populações de alfafa aos 52 dias de idade, por ocasião do primeiro corte. Passo Fundo, RS, 2005.

O maior comprimento de haste foi verificado na população Crioula-EL, que diferiu das demais ($P < 0,05$), sugerindo uma possível relação com o caractere pelo qual foi selecionada, embora os entrenós da maior haste não tenham sido distintos da Crioula-EC. No entanto, a Crioula-EC não diferiu da cv. Alfagraze quanto ao comprimento da maior haste, sugerindo similaridade quanto à expansão longitudinal (Tabela 1).

Quanto ao efeito das alturas de corte, como era esperado, a plantas cortadas a menor altura mostraram maiores valores quanto às variáveis relativas às medidas lineares, de contagem e de peso (Tabela 2). Sob corte baixo, houve uma remoção de 21,1% a mais da maior

hastes e 26,5% a mais no nº de folhas, o que, neste caso, representou 36,6% a mais de MS de folhas. Para MS de haste e parte aérea, esta intensidade de corte foi mais drástica ainda, removendo 109% e 50,9%, respectivamente. Assim, deixando-se 2 cm de resíduo, ou seja, removendo-se 75% a mais do perfil das plantas, o impacto sobre as diferentes frações e variáveis morfológicas foram distintos e mais severos.

Tabela 2- Efeito de alturas de corte sobre caracteres morfofisiológicos de alfafa, na média de três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL) por ocasião do primeiro corte, aos 52 dias de idade. Passo Fundo, RS, 2005

Caracteres morfofisiológicos	Altura de corte	
	2 cm	8 cm
Maior haste (cm)	19,08 A	15,75 B
Folhas (nº.planta ⁻¹)	32,25 A	25,50 B
Folhas (g.planta ⁻¹ de MS)	0,60 A	0,44 B
Hastes (g.planta ⁻¹ de MS)	0,23 A	0,11 B
Parte aérea (g.planta ⁻¹ de MS)	0,83 A	0,55 B

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

O manejo da pastagem deve ser realizado tendo como um dos objetivos a obtenção de rebrotas vigorosas após cada colheita da forragem, baseados no vigor da rebrota, os sistemas de pastejo devem ser aplicados procurando obter elevados valores de índice de área foliar (IAF), de interceptação luminosa (IL), teores adequados de reservas orgânicas e elevada produção de forragem, aspectos relacionados com a fotossíntese, que varia em função de alguns fatores como IAF, IL, arquitetura e eficiência foliar (Hodgson, 1990).

Várias são as características morfológicas que estão envolvidas na interceptação da luz pelos vegetais. Algumas correspondem a aspectos relacionados com a organização das folhas,

outras correspondem àquelas relacionadas com aspectos funcionais que dependem de fatores da planta e do ambiente como idade, tipo e tamanho das folhas (Bernardes, 1987).

3.2 Efeito do manejo sobre o desempenho de populações de alfafa

O intervalo de cortes afetou distintamente o desempenho das populações quanto à produção de MS da parte aérea, folhas e hastes (Tabela 3). A produção de MS de folhas foi superior na altura de corte de 8 cm, concordando com Jacques (1976), que obteve, com a cv. Crioula, maiores produções de MS com cortes realizados a 7,5 cm em relação a 2,5 cm, independentemente do estágio de desenvolvimento. Em trabalho de Araújo & Jacques (1974) foi verificado que cortes muito baixos (2 a 3 cm) reduziram o número de hastes dessa cultivar. Sob cortes mais freqüentes, 1 e 2 semanas, as populações não mostraram diferenças para tais variáveis ($P>0,05$), provavelmente em virtude do pouco tempo de rebrota. As diferenças somente foram evidenciadas quando a freqüência de desfolhação foi reduzida, sob intervalos de 4 semanas, no qual a Crioula-EL superou as demais populações, em especial à cv. Alfagraze. A Crioula-EC mostrou comportamento similar ($P>0,05$) à cv. Alfagraze, sugerindo, portanto, que a morfologia ou hábito de crescimento das plântulas pode ser um caractere relacionado ao hábito da planta adulta e, que, é um fator importante na resposta à desfolhação. Isso pode ser atribuído ao fato de que a Crioula-EL exibiu maior nº de hastes e estatura (Figura 2).

Tabela 3- Efeito da interação entre os fatores de manejo e populações de alfafa na produção de massa seca (MS) da parte aérea e de seus componentes, folhas e hastes. Passo Fundo, RS, 2005

Componentes/ Populações	Intervalo de cortes		
	1 semana	2 semanas	4 semanas
-----g.planta ⁻¹ de MS-----			
A) Folhas			
Crioula-EL	2,01 aB	2,44 aB	6,02 aA
Crioula-EC	2,39 aB	3,04 aB	5,01 abA
Alfagraze	1,99 aB	2,79 aB	3,90 bA
B) Hastes			
Crioula-EL	0,61 aB	0,65 aB	3,57 aA
Crioula-EC	0,45 aB	0,87 aB	1,93 bA
Alfagraze	0,20 aB	0,33 aB	1,30 bA
C) Parte aérea			
Crioula-EL	2,63 aB	3,22 aB	9,60 aA
Crioula-EC	3,02 aB	3,59 aB	6,96 bA
Alfagraze	2,20 aB	3,12 aAB	5,20 bA

Alturas de corte		
	2 cm	8 cm
-----g.planta ⁻¹ de MS-----		
A) Folhas		
Crioula-EL	2,39 aA	4,57 aA
Crioula-EC	2,45 aB	4,46 aA
Alfagraze	2,65 aA	3,20 bA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, para o mesmo componente, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

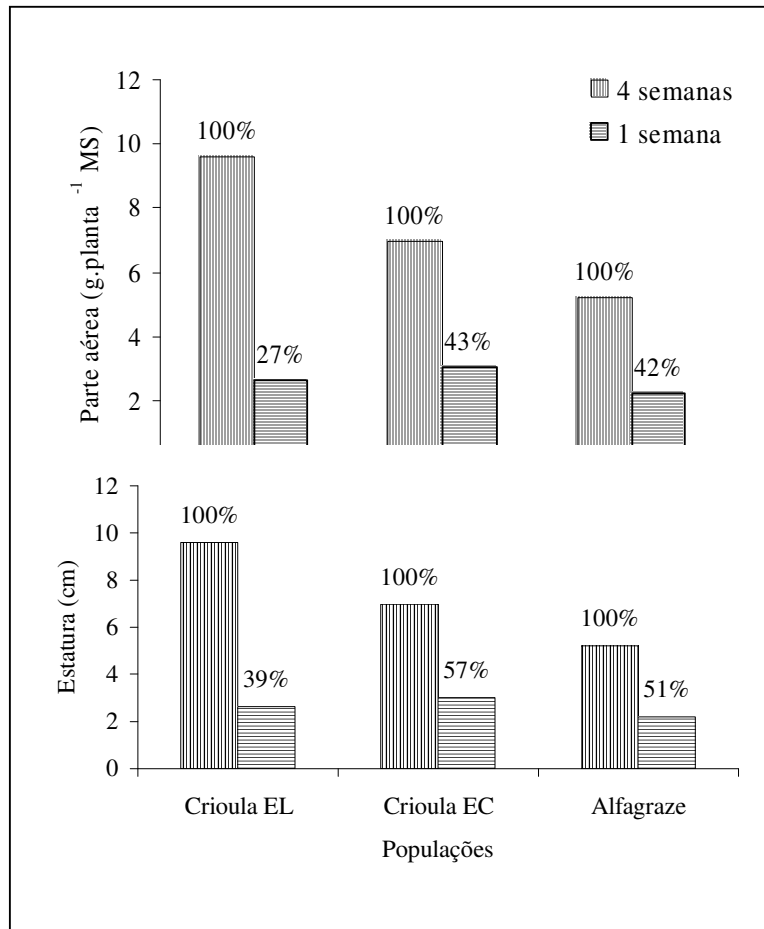


Figura 3- Efeito do intervalo de cortes sobre a produção de massa seca (MS) da parte aérea e estatura de populações de alfafa, considerando a média de duas alturas de corte. Passo Fundo, RS, 2005.

O número de hastes totais foi maior na altura de corte de 8 cm, pelo fato da desfolha não ser tão severa. Singh & Winch (1974) concluíram que a rebrota da alfafa quase sempre é originada de gemas axilares das hastes remanescentes, embora, dependendo da severidade da desfolha, a reposição de hastes também seja feita a partir de gemas basilares, porém de forma mais lenta. Leach (1968) mostrou que o número de hastes aumenta com a idade da planta, mas em cada ciclo

de crescimento a maior quantidade se obtém aos 14 dias de rebrota. Observações de Smith et al. (1986) indicaram que a altura de corte afeta a produção, mas não afeta a persistência da alfafa, desde que sejam respeitados os níveis de reservas das raízes entre um corte e outro.

Considerando a resposta de cada população aos intervalos impostos, obteve-se maior produção de MS sob cortes a 4 semanas, não havendo diferença entre cortes a 1 e 2 semanas, com exceção da cv. Alfagraze, que sob intervalo de 2 semanas teve produções intermediárias. Sob menor intervalo de corte, a maior redução foi observada (72,6%) na Crioula-EL, com produção de MS aérea de apenas 27,4%, no intervalo de 1 semana, em relação ao de 4 semanas.

A resposta em nível de MS e de estatura foi similar quanto à grandeza das alterações nas populações, ao passo que para o nº de hastes isso não foi tão marcante, evidenciando que o maior efeito da frequência das desfolhações foi sobre a expansão vertical das plantas. Neste caso a Crioula-EL foi a mais afetada, mostrando um hábito distinto das demais (Figura 2).

Quanto ao efeito da altura de corte, apenas a cv. Alfagraze mostrou comportamento distinto das demais, produzindo quantidade similar ($P > 0,05$) de folhas nas duas intensidades de desfolhação (Tabela 3). Apenas sob a maior altura de corte as populações exibiram diferenças, em que as populações de Crioula foram superiores à cv. Alfagraze. Essa cultivar, com menor estatura média (Tabela 4) mostrou menor quantidade de folhas acima das alturas de corte impostas, e, que, por isso teve pouca participação na fração colhida.

Tabela 4- Efeito da interação altura de corte, intervalo de corte e população sobre a estatura e diâmetro de plantas de alfafa, Passo Fundo, RS, 2005

Caracteres/ Populações	Intervalos de corte / Alturas de corte					
	<u>1 semana</u>		<u>2 semanas</u>		<u>4 semanas</u>	
	2 cm	8 cm	2 cm	8 cm	2 cm	8 cm
A) Estatura						
Crioula-EL	8,0aB	14,2aA	12,9aB	19,5aA	*	*
Crioula-EC	8,4aB	12,4aA	11,4aB	18,8aA	*	*
Alfagraze	5,9aB	8,6bA	9,1aA	10,6bA	*	*
B) Diâmetro						
Crioula-EL	8,2aB	13,3bA	8,5bB	15,9bA	21,5aA	20,9bA
Crioula-EC	9,2aB	13,4bA	9,8bB	18,4abA	22,4aA	21,8bA
Alfagraze	10,1aB	18,0aA	15,8aB	19,3aA	22,1aB	28,1aA

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, considerando cada intervalo de cortes, não diferem pelo teste de Tukey ($P>0,05$). * Interação não significativa.

Considerando o efeito da interação tríplice (Tabela 4), verifica-se que sob a condição mais estressante, quanto à altura de corte (2 cm), tanto sob intervalos curtos (1 semana) ou longos (4 semanas), as populações não diferiram quanto à estatura e ao diâmetro. Já, quando a altura foi de 8 cm, nestas mesmas freqüências de corte (I1, I4), a cv. Alfagraze foi superior, quanto ao diâmetro, às demais populações ($P<0,05$). O efeito benéfico da maior altura de corte (8 cm) foi observado com mais intensidade na cv. Alfagraze: essa cultivar teve um aumento de 80% do diâmetro na combinação I1A8 em relação a I1A2, ao passo que a Crioula-EC teve 45% e a Crioula-EL, 62%. Já, com o maior intervalo de corte (I4), somente a cv. Alfagraze mostrou alteração no diâmetro, com aumento de 27%, enquanto as demais não mostraram mudança neste caractere ($P>0,05$). Esse comportamento pode ser explicado, parcialmente, pelo fato de

que a cv. Alfagraze, tendo um hábito mais decumbente, ou seja, tem o direcionamento das hastes periféricas em ângulos menores em relação à Crioula, quando manejada a maior altura de resíduo, pode manifestar essa característica. As populações de Crioula, por terem hastes eretas não evidenciaram tal alteração no diâmetro. As diferenças do hábito dessas duas cultivares (Alfagraze e Crioula), independentemente da seleção realizada na Crioula, foram evidenciadas nesse aspecto de seu hábito: a primeira teve, tanto a intervalo de 1 semana, quanto a 4 semanas, cerca de 36% a mais de expansão horizontal do seu dossel. O inverso se observou na estatura, onde, tanto sob 2 quanto a 8 cm de corte, no intervalo de uma semana, as populações de Crioula tiveram cerca de 30% a mais que a cv. Alfagraze, indicando, novamente, a diferença de hábito.

3.3 Condição final e sobrevivência

Para as condições das plantas à época do último corte, ao final de seis meses de avaliação, a análise da variância mostrou efeito da interação população x altura de corte para MS de raiz, subterrânea (coroa + raízes) e total (resíduo + subterrânea).

Para a MS das frações residuais, como raízes, coroa e resíduo, sob corte a 2 cm, as populações apresentaram valores similares ($P > 0,05$), ao passo que sob corte a 4 cm, a cv. Alfagraze superou a Crioula-EL, sendo a Crioula-EC intermediária entre ambas (Tabela 5).

Tabela 5- Efeito da interação população e altura de corte sobre a produção de massa seca (MS) de raízes, raízes+coroa e total (raízes, coroa e resíduo aéreo) sobre populações de alfafa avaliadas na última colheita. Passo Fundo, RS, 2005

Frações	Altura	Genótipo		
		Alfagraze	Crioula-EL	Crioula-EC
-----MS (g.planta ⁻¹)-----				
Raízes (R)	2 cm	0,9 bA	0,7aA	0,8 bA
	8 cm	3,6 aA	1,0aB	2,4 aAB
Raízes+coroa (RC)	2 cm	1,1 bA	1,1 aA	1,2 bA
	8 cm	4,4 aA	1,5 aB	3,3 aAB
Total (RC, resteva)	2 cm	2,1 bA	3,2 aA	2,5 bA
	8 cm	7,5 aA	3,7 aB	5,9 aAB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

Esse comportamento evidenciou que a alfafa tipo-pastejo utilizada neste estudo alocou maior quantidade de MS para as frações da planta não removíveis sob desfolhações, sugerindo ser um dos seus atributos de maior resistência ao pastejo, que lhe confere persistência. Briske (1996) considera plantas com estatura baixa e folhas pequenas como resistentes ao pastejo, de modo que atribui a tais caracteres mecanismos de evitamento. Smith & Bouton (1993) afirmaram que a cv. Alfagraze, além de manter os CNE elevados durante o pastejo, possui prolífica produção de gemas no início do outono, tem hábito decumbente e desenvolve uma coroa profunda, tornando-se uma alfafa persistente. Comparando com a Crioula-EL, a cv. Alfagraze apresentou 193% a mais na fração subterrânea (raízes+coroa) e 102% quando a essa fração foi incluído o resíduo aéreo após o corte. Smith et al. (1992) descreveram que o hábito de crescimento mais prostrado pode estar relacionado com a maior partição dos fotoassimilados para as raízes.

As diferenças de comportamento frente ao manejo e entre as populações podem ser observadas também quanto à proporção destas frações na MS total do resíduo das plantas após a remoção da parte aérea acima das alturas de corte (Figura 4).

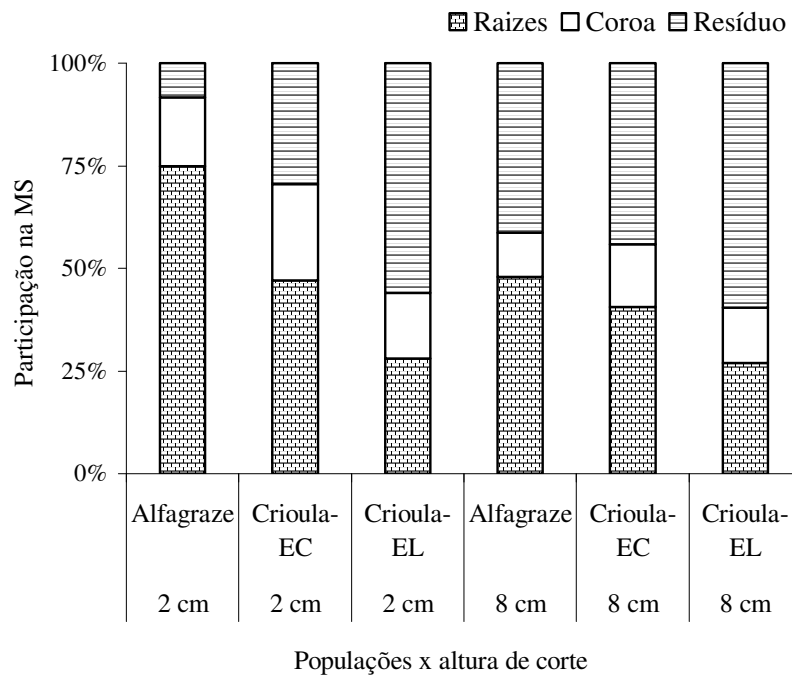


Figura 4- Participação das frações raízes, coroa e resíduo aéreo em populações de alfafa presentes por ocasião da colheita final. Passo Fundo, RS, 2005.

A Crioula-EL sempre mostrou maior proporção de MS no resíduo aéreo, ao passo que na cv. Alfagraze isso ocorreu com as frações subterrâneas. A Crioula-EC manteve-se em posição intermediária, sugerindo, portanto, que a seleção realizada em estágio de plântula, mesmo sem ter se considerado para esse processo

variáveis relativas às raízes, também pode indicar modelos de alocação de MS distintos, merecendo estudos futuros. A população Crioula-EL mostrou o mesmo modelo de alocação nas duas intensidades de corte, evidenciando pouca plasticidade fenotípica quanto a isso, ao passo que a cv. Alfagraze respondeu de forma distinta, alocando mais MS para a parte subterrânea quando cortada mais intensamente.

A longevidade da alfafa é basicamente dependente da sobrevivência do indivíduo, que, portanto, depende de um sistema radical e de coroa vigorosos e de maior dimensão, uma vez que são as partes não desfolhadas e responsáveis pela rebrota, tanto em termos de gemas, quanto de reservas. Além das diferenças acima descritas, provavelmente a mais importante tenha sido aquela relativa à sobrevivência dos indivíduos quando submetidos à desfolhação mais severa, a 2 cm de altura de resíduo e a cada semana. Neste caso, obteve-se 100% de sobrevivência para a cv. Alfagraze, comprovando sua aptidão para pastejo contínuo (Figura 5). Para as populações da cv. Crioula, verificou-se que aquela selecionada pelo entrenó curto teve 50% de sobrevivência ao final do período de avaliação, ao passo que a de entrenó longo não sobreviveu. A partir do 9^a corte semanais as populações exibiram tais diferenças, havendo contínua mortalidade na última e indicando que esse primeiro ciclo de seleção já pode mostrar que a morfologia da plântula é um indicador para resposta à desfolhação, mesmo que indireto, pois mostra relação com o hábito da planta.

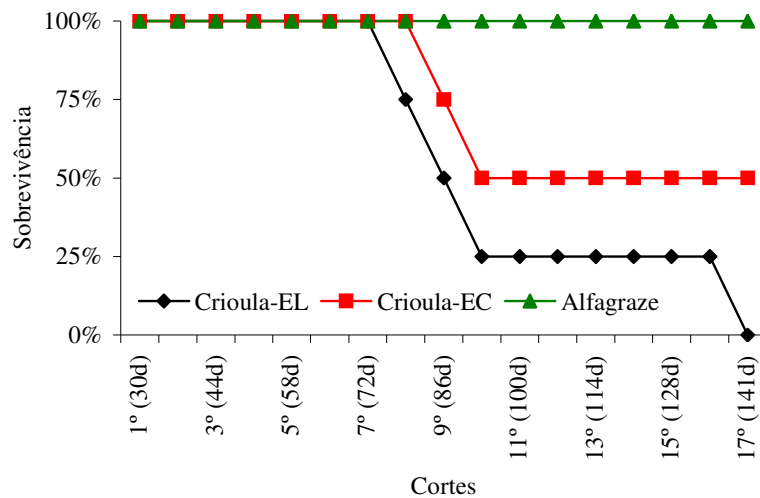


Figura 5- Efeito de cortes semanais a altura de corte de 2cm sobre a sobrevivência de plantas de populações de alfafa à época da última colheita. Passo Fundo, RS, 2005.

Para as demais variáveis houve efeito simples dos fatores de manejo. Cortes intensos promoveram a redução de todas as medidas avaliadas à época da última colheita (Tabela 6). Dentre as variáveis mais afetadas pelo corte mais baixo, destacaram-se aquelas relacionadas ao sistema radical: obteve-se 73% de redução no volume e 60,8% na MS de raízes. A coroa teve uma redução de 57% na largura em relação ao corte de 8 cm, indicando, portanto, um elevado nível de estresse, o que, com certeza, comprometeria a sobrevivência das plantas em curto prazo. Respostas similares foram observadas quanto à frequência de cortes, havendo significativa redução nas medidas sob cortes semanais em relação a cortes mensais.

Tabela 6- Efeito de altura e intervalos de corte sobre medidas de crescimento na colheita final, considerando a médias das três populações (Alfagraze, Crioula-EC, Crioula-EL). Passo Fundo, RS, 2005

Medidas	Altura de corte		Intervalo de corte (semanas)		
	2 cm	8 cm	1	2	4
A) Lineares e de volume					
Estatuta (cm)	14,8 B	25,5 A	15,7 B	12,0 B	32,7 A
Diâmetro (cm)	16,0 B	19,6 A	16,8 B	14,9 B	21,8 A
Entrenó (cm)	2,1 B	3,3 A	2,4 B	1,8 B	3,9 A
Largura da coroa (mm)	5,0 B	7,5 A	5,8 B	5,7 B	7,5 A
Volume de raiz (cm ³)	1,6 B	5,9 A	1,8 B	2,6 AB	6,8 A
B) Produção (g.planta⁻¹ de MS)					
Folhas	0,8 B	1,2 A	0,4 B	0,5 B	1,9 A
Hastes	0,7 B	1,7 A	0,9 B	0,9 B	1,7 A
Resíduo aéreo (RA)	1,3 B	2,6 A	1,6 B	1,7 B	2,6 A
Coroa (C)	0,3 B	0,7 A	0,4 B	0,3 B	0,9 A
Raízes fibrosas	0,4 B	1,2 A	0,5 B	0,6 B	1,3 A
Raízes totais (RT)	0,9 B	2,3 A	1,1 B	1,7 AB	2,1 A
Subterrânea (RT+C)	1,2 B	3,1 A	1,5 B	2,1 AB	2,9 A
Total (RA + RT + C)	2,5 B	5,7 A	3,1 B	3,8 B	5,6 A

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05).

O volume de raízes teve uma redução de 73% quando a frequência de corte aumentou de 4 semanas para 1 semana, tal como se observou com cortes a 2 cm, ao passo que a coroa foi menos afetada, tanto na largura (-22,6%) como na MS (-55%), sob cortes semanais em relação aos mensais, nos cortes baixos. Tais resultados indicam, portanto, a importância de adequados períodos de descanso ou, extrapolando-se para condição de pastejo, onde tais fatores, conjuntamente, se fazem presentes em maior ou menor intensidade em função da carga animal. Segundo Leach (1969), uma vez removidas as hastes e folhas residuais, cuja presença é abundante nas alfafas com tipo morfológico mais ereto, as plantas demoram mais a se recuperar

do que as que não apresentam rizomas, resultando em menor taxa de crescimento e menor produção.

Quanto aos caracteres morfofisiológicos as populações exibiram diferenças nas variáveis lineares, de contagem e de produção; a Crioula-EL teve a maior estatura, maior nº de hastes totais e maior produção de MS de hastes, enquanto a cv. Alfagrazze demonstrou maior diâmetro e maior produção de raízes (Tabela 7).

Em alfafa, a tolerância ao pastejo parece estar ligada à habilidade da planta em manter elevados os níveis de CNE sob desfolhação freqüente. Uma maior área foliar residual, combinada com o hábito de crescimento semidecumbente, é um dos mecanismos potenciais para a manutenção dos níveis de CNE nas raízes (BRUMER & BOUTON, 1992).

Tabela 7- Variáveis lineares, de contagem e de peso de populações de alfafa, na média dos intervalos e alturas de corte, durante o período de desfolhações, compreendido entre 28/02 e 17/08/2005. Passo Fundo, RS, 2005

Variáveis	Genótipo		
	Crioula-EL	Crioula-EC	Alfagrazze
A) Lineares e de volume			
Estatura (cm)	32,3 A (100)*	19,0 B (59)	13,4 C (41)
Diâmetro (cm)	14,9 B (65)	15,6 B (69)	22,6 A (100)
Nº hastes totais	10,7 A (100)	4,7 B (43)	5,7 B (53)
Haste (cm)	25,7 A (100)	10,9 B (42)	9,7 B (37)
Nº de nós	5,6 A (100)	2,8 B (50)	4,4 B (78)
Entrenó (cm)	4,6 A (100)	2,1 B (46)	2,0 B (43)
B) Produção (g.planta⁻¹ MS)			
Hastes	0,8 A (100)*	0,4 B (50)	0,3 B (37)
Raízes secundárias	0,5 B (41)	0,7 AB (58)	1,2 A (100)
Raízes (total)	0,9 B (40)	1,7 AB (77)	2,2 A (100)
Total subterrâneo	1,4 B (50)	2,4 AB (85)	2,8 A (100)

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05). * Medida relativa entre populações.

O aspecto das plantas das populações de alfafa cortadas nas diferentes alturas e intervalos de corte pode ser observado nas Figuras 6, 7 e 8.



Figura 6- Aspecto geral das plantas da população Crioula-EL em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.



Figura 7 - Aspecto geral das plantas da população Crioula-EC em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.



Figura 8- Aspecto geral das plantas da população Alfagraze em resposta aos distintos graus de desfolhação, à época da última avaliação. Passo Fundo, RS, 2005.

4 CONCLUSÕES

A alfafa tipo-pastejo (cv. Alfagraze) difere da alfafa tipo-feno (cv. Crioula) pela menor estatura, maior diâmetro, maior proporção de hastes da coroa e maior alocação de massa seca para parte subterrânea.

A seleção realizada na alfafa cv. Crioula, através do comprimento do segundo entrenó da plântula, permite obter plantas com distintas produções de massa seca oriundas das rebrotas, bem como grau de sobrevivência após um ciclo de cortes semanais.

Há similaridade entre a alfafa tipo-pastejo (cv. Alfagraze) e a população da cv. Crioula selecionada pelo entrenó curto quanto ao acúmulo de massa seca do sistema subterrâneo sob cortes menos intensos.

A cv. Alfagraze e as populações da cv. Crioulas não evidenciam diferenças na produção de massa seca aérea sob cortes freqüentes, porém, com maior período de descanso, a cv. Crioula-EL, com maior estatura e quantidade de hastes, supera as demais.

Sob cortes menos intensos as populações de alfafa tipo-feno (cv. Crioula) produzem maior quantidade de folhas em relação à alfafa tipo-pastejo (cv. Alfagraze).

CAPÍTULO III

ASPECTOS ANATÔMICOS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE POPULAÇÕES DE ALFAFA COM DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

**Daniela Favero¹, Cerci Maria, Carneiro², Simone Meredith
Scheffer-Basso³**

RESUMO:

O objetivo do trabalho foi comparar aspectos anatômicos e composição química dos órgãos aéreos e subterrâneos de populações de alfafa (*Medicago sativa* L.) de diferentes hábitos de crescimento, (cv. Crioula, e cv. Alfagraze) colhidos aos 180 dias de crescimento em casa de vegetação. Os órgãos aéreos e subterrâneos das plantas foram preparados de acordo com as técnicas convencionais de anatomia. Os populações de alfafa não mostraram diferenças anatômicas e bromatológicas. Os três populações de alfafa demonstraram presença de amido, nas células parenquimáticas da córtex, da medula e nas células do parênquima floemático das raízes. Assim como nas raízes a coroa também apresenta grande quantidade de amido o que permite boa reposição de reservas garantindo a persistência das plantas

¹ Bióloga, mestranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia (PPGAgro) da FAMV/UPF, Área de Concentração em Produção Vegetal. danielafavero@lci.upf.br

² Bióloga, Dra., professora do ICB/UPF- cerci@upf.br

³ Orientadora, Eng.-Agr., Dra., professora do PPAgro e ICB, UPF- sbasso@upf.br

A avaliação anatômica e bromatológica das populações de alfafa indicam boa qualidade da forragem para aproveitamento nutricional na produção animal.

Palavras-chave: folha, haste, coroa, raiz.

ANATOMIC ASPECTS AND CHEMISTRY COMPOSITION OF AND POPULATIONS AND ALFALFA AND DIFFERENT HABITS AND GROWN

ABSTRACT: The present work had the aim to compare anatomic aspects and the chemical composition of underground and aerial organs of alfafa population (*Medicago sativa* L.) of different growing habits, (cv. Crioula, and cv Alfagraze) harvested in 180 days of growth in green house. The underground and aerial plant organs were prepared considering the conventional techniques of anatomy. The alfafa population did not show anatomic and bromatological differences. The three-alfafa genotypes showed starch presence, in parenchyma cells of the cortex, marrow and in the floematic parenchymatic cells of roots. The crown, as well as the roots, also presents a great quantity of starch, which allows good reserve reposition, and guarantees plant persistence. The anatomical and bromatological evaluation of alfafa genotypes indicates good quality of forage to the nutritional use in the animal production.

Key-words: leaf, stem, crown, root.

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas forrageiras consiste de um modo geral em alimentar o gado, sendo que para tanto se faz necessário conhecer os fatores pertinentes para determinar seu valor nutritivo.

O que se deseja da forrageira é que além do alimento essa satisfaça as necessidades energéticas dos animais. Caso essa necessidade seja cumprida, é bem provável que os demais requisitos essenciais sejam atendidos. Do ponto de vista das aplicações práticas, o valor da forragem depende, principalmente do seu conteúdo de proteína e carboidratos, assim como do grau em que estão disponíveis como princípios nutritivos digestíveis (SWIFT & SULLIVAN, 1981). A inclusão de um maior número de espécies leguminosas de crescimento hibernal tem sido apontada como a solução para melhorar a dieta dos animais sob pastejo e, principalmente, pela sua função nos programas de melhoramento de pastagens bem como na fixação simbiótica de nitrogênio (CARNEIRO, 2002). A necessidade e a importância de conhecer a organização anatômica e a composição das paredes celulares das plantas forrageiras foi destacada por Carneiro (2002), que estudou o aproveitamento do potencial forrageiro de *Adesmia latifolia* (Spreng) Vog. e trevo branco (*Trifolium repens* L.) e sua relação quantitativa de degradabilidade da folha e caule *in vivo*, concluindo que as duas espécies equivalem-se em relação aos valores bromatológicos e a degradabilidade. *A. latifolia* apresenta tecidos poucos lignificados, com elevada degradabilidade, teores de PB que qualificam a planta como alto valor nutritivo, presença de fenóis e baixo valor de taninos, estando estes mais concentrados nos estolões.

O aspecto qualitativo da forragem é um fator de grande importância em um sistema de produção animal no pasto, principalmente em se tratando de sistemas que utilizam alfafa (*Medicago sativa* L.) como forragem (HINTZ & ALBRECHT, 1991).

Estimar a concentração da parede celular na forragem é de grande importância devido à sua grande participação na matéria seca, que pode variar de 25 a 85% e por estar correlacionada com o consumo e a digestibilidade da forragem (PATERSON et al., 1994). O aumento na concentração de parede celular da forragem durante o desenvolvimento da haste é o resultado do espessamento da parede primária e secundária, onde a concentração de pectina decresce rapidamente enquanto que a celulose, hemicelulose e lignina aumentam (JUNG & ENGELS, 2002), sendo que nas folhas o aumento na parede celular é quase inexistente (NELSON & MOSER, 1994). Quando a alfafa atinge o estágio de florescimento, a concentração de celulose tende a ser constante e os carboidratos estruturais, compostos principalmente de hemicelulose tendem a diminuir (ALBRECHT et al., 1987; JUNG & ENGELS, 2002).

Segundo Raven (2001), o crescimento primário resulta da atividade dos meristemas apicais sendo que este compreende três processos que se sobrepõem: o crescimento no qual ocorre um irreversível aumento em tamanho da célula; a morfogênese através da qual as células adquirem formas diferenciadas e a diferenciação, processo através do qual as células com constituição genética idêntica tornam-se diferentes umas das outras por meio da expressão gênica diferencial. O fato de que aos 180 dias de crescimento as estruturas internas das plantas ainda permanecem sob ação dos meristemas

primários, indicam que a alfafa a exemplo de outras leguminosas como as do gênero *Lotus*, possuem um estágio vegetativo prorrogado o que dá a forrageira uma maior qualidade nutricional, por apresentar os tecidos mais delgados e de fácil degradação pelos ruminantes. Damião Filho (1993), considera que os meristemas secundários são originados por células mais adultas do corpo primário das plantas, sendo que sua atividade estimula o crescimento em espessura dos órgãos, bem como um maior acúmulo de elementos estruturais das células como é o caso da lignina que é um componente indesejável para os parâmetros de qualidade da forragem. A quantidade de lignina na planta serve de indicativo para a determinação do grau de degradabilidade ao qual a planta será submetida, assim sendo, a facilidade na degradação dos tecidos em leguminosas causam o acúmulo de gases no rúmen (timpanismo) (Norton, 1981). Apesar da boa qualidade de sua forragem, a alfafa em estágio fenológico mais avançado apresenta características causadoras de timpanismo (HOWARTH et al., 1982; LEES et al. 1982).

O objetivo deste trabalho foi comparar a organização anatômica e a composição química de três populações de alfafa com diferentes hábitos de crescimento, e relacioná-las com o aproveitamento nutricional pelos ruminantes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Passo Fundo, entre maio e dezembro de 2004, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul localizado a 28°15'S e 52° 24''W e a 687 m de altitude. O clima é

temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22 ° C (MORENO, 1961). Na Figura 1 constam os dados de temperaturas médias ocorridas durante o período experimental e as normais regionais. O ensaio constou da avaliação de três populações de alfafa, sendo a cv. Alfagraze (A) e duas populações da cv. Crioula, selecionadas em estágio de plântula quanto ao comprimento do segundo entrenó da plântula, compreendido como o espaço entre a folha unifoliolada (FU) e a primeira folha trifoliolada (FT1). Os populações foram colhidos aos 180 dias de crescimento após a o transplante para os vasos, aos 46 dias de idade. As duas populações da cv. Crioula foram denominadas de Crioula-EL, caracterizada pelo entrenó longo (2,5 cm) e Crioula-EC, com entrenó curto (1,5 cm); o comprimento médio do entrenó da cv. Alfagraze era de no máximo 1,5 cm.

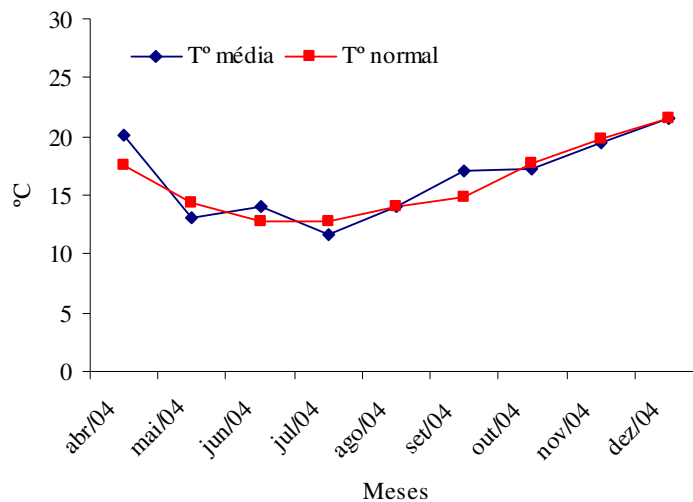


Figura 1- Temperaturas médias mensais ocorridas durante o período experimental e as normais (média de trinta anos). Passo Fundo, RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br

Para seleção de tais populações, em 26 de abril de 2004 foi realizada a semeadura da cv. Crioula e da cv. Alfagraze em bandejas hortícolas preenchidas com substrato comercial; que foram mantidas em telado, sob irrigação automática por aspersão, durante cinquenta dias; semanalmente foi aplicada uma solução de NPK (1 mL.3 L⁻¹ de água); ao final deste período foi feita a seleção de acordo com o comprimento do primeiro entrenó, sendo medido também os entrenós da cv. Alfagraze, para fins de comparação. No dia 16 de junho as plântulas dos três populações (cv. Alfagraze, Crioula EL, Crioula EC) foram transplantadas para as unidades experimentais definitivas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com seis repetições, em modelo de parcela subdividida no tempo (populações = parcela principal; idades = subparcela).

As avaliações para anatomia vegetal foram realizadas mediante a colheita total das plantas, aos 180 dias de crescimento. O material foi coletado e lavado em água corrente, as folhas, caules aéreos e os órgãos subterrâneos foram seccionados em pequenas porções e fixados em FAA 70 por 48 horas. Para a fixação foram separadas partes aéreas (pecíolo, terço médio do folíolo e caules), e parte subterrânea (coroa e raízes). Após este período o material foi lavado novamente e conservado em álcool 70°GL. As lâminas permanentes foram montadas e a partir do material fixado, sendo que esse foi desidratado em série alcóolica-etílica ascendente, álcool-xilol 3:1, 1:1, 1:3 e xilol puro. Em seguida, foi feita a infiltração e inclusão em parafina, com aquecimento em estufa conforme Sass (1951). A microtomização foi feita em micrótomo rotatório, no qual foram obtidas secções transversais, isoladas ou seriadas de nove micrômetros

de espessura. Para a distensão do material seccionado, utilizou-se água a 40 °C, sendo colocado em lâmina, com uso de albumina. A coloração foi efetuada com uso de fucsina básica e azul de Astra diluídos a 0,5% em álcool etílico a 50% conforme Roeser (1962). Como meio de montagem utilizou-se Permount. As lâminas foram observados e identificados em microscópio óptico Zeiss e as imagens, tomadas através do capturados de imagem Sony, conectado ao programa Pixel view Station V5.23TV. A massa seca das plantas colhidas aos 180 dias foi moída e analisada, separadamente para folhas e caules, pelo método de espectrometria de refletância no infravermelho proximal (NIRS), quanto aos teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Raiz

Em secção transversal observaram-se duas regiões anatômicas: córtex e cilindro vascular. A epiderme das populações de alfafa apresentou-se constituída por um único estrato de células recobertas por cutícula. O felogênio encontrava-se instalado e a epiderme rompida, dando início a estrutura secundária, o parênquima cortical com células contendo amido. A córtex, considerada como sistema fundamental da raiz, ocupa grande parte de sua formação, possui células com diferentes formas e poucos espaços intercelulares com reserva de amido. (Figura 2). Observou-se entre as células da córtex ocorrência de células lignificadas em pequenos feixes. Com

relação ao cilindro vascular já tem cambio vascular instalado evidenciando estruturas secundárias de xilema e floema. Os elementos de vaso são dispersos e bem lignificados entremeados por células parenquimáticas contendo amido. O número de cordões do protoxilema presentes na parte central da raiz permitem identificar sua forma como triarca (Figura 2). Conforme Esau (1998) o amido de reserva, ocorre principalmente em células parenquimáticas de raízes, bulbos, rizomas, tubérculos, frutos, cotilédones e no endosperma das sementes. O amido é um polissacarídeo primário de armazenamento nas plantas. Durante o desenvolvimento da planta, sempre que houver necessidade, o amido sintetizado é transformado em açúcar necessário para a manutenção energética (RAVEN, 2001). Assim, com o rápido crescimento da parte aérea e raízes, se a área foliar remanescente é pequena, essas concentrações de carboidratos são reduzidos. Portanto, se a pastagem é utilizada de forma intensiva, sem que haja um período de tempo para a recuperação dos níveis mínimos de reservas através da fotossíntese, poderá haver degradação irreversível, cedendo espaço as espécies indesejáveis (BLASER et al., 1986).

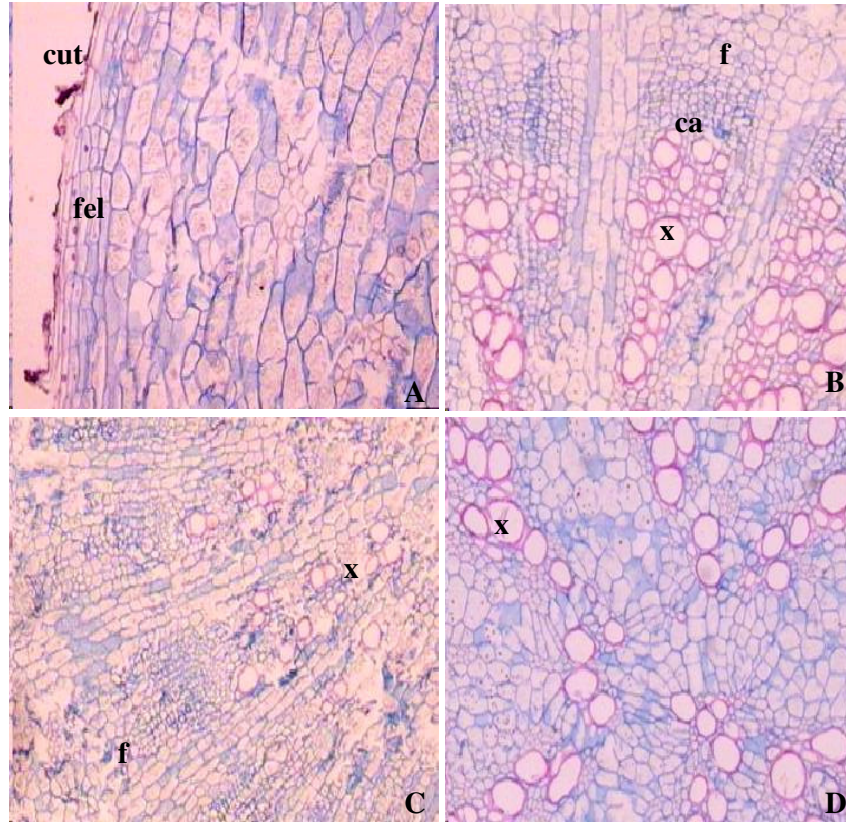


Figura 2 – Secções transversais de raízes de populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B, C, D). A- Alfagraze. B- Alfagraze. C- Crioula-EL. D- Crioula-EC. Câmbio vascular (ca) cutícula (cut); felogênio (fel); floema (f); xilema (x). Passo Fundo, RS, 2004.

3.2 Coroa

Em secção transversal a coroa, considerada região de transição entre caule e raiz apresentou sua parte mais externa semelhante a das raízes, com presença de epiderme unisseriada e com cutícula, o felogênio instalado em toda extensão do corte, também semelhante as raízes com relação ao amido, felogênio e câmbio já instalado.

Observou-se um número pequeno de elementos condutores do xilema, e idioblastos com presença de cristais próximo aos elementos de vasos (Figura 3). A medula central assim como nas raízes, a coroa também apresenta grande quantidade de amido na córtex, na medula e nas células parenquimáticas que acompanham elementos de condução, o que permite boa reposição de reservas garantindo a persistência das plantas. Hanson et al. (1981), consideram que, apesar da raiz profunda que possui a alfafa, a coroa é o principal órgão da planta responsável pela emissão de hastes, principalmente após cortes. Os fatores que garantem a persistência das plantas de alfafa, principalmente quando submetida a cortes, podem estar relacionados à grande quantidade de células parenquimáticas na formação dos tecidos como córtex e medula da coroa, o que é evidenciado e comprovado neste trabalho.

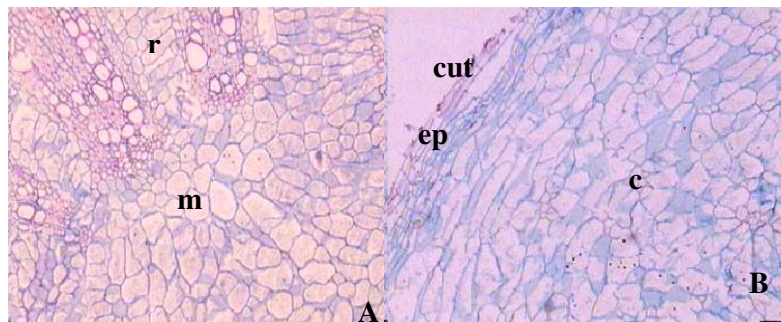


Figura 3 – Secções transversais de coroa de populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Crioula-EL, B- Coroa Crioula-EL. Córtex (c); cutícula (cut); medula (m); epiderme (ep); raios (r). Passo Fundo, RS, 2004.

3.3 Caule

As hastes em secção transversal apresentaram epiderme unisseriada com presença de cutícula (Figura 4). Segundo Raven et al. (2001) ao contrário das folhas nas hastes ocorre menor quantidade de

estômatos. Nos ângulos do caule observa-se a ocorrência do colênquima. O parênquima cortical com poucos espaços intercelulares e volume celular grande (Figura 4). Em observação feita por Li & Beuselinck (1996), a espessura da região cortical das hastes de *L. corniculatus* L. também foi menor comparada à região cortical dos “rizomas”. Conforme Esau (1998) a córtex é formada por uma camada contínua de células parenquimáticas primárias vivas com capacidade de crescimento e divisão, podendo ter vários formatos e estão relacionadas com a fotossíntese, reserva de substâncias variadas, cicatrização e origem de estruturas adventícias, compõem tanto o parênquima do caule, como das raízes e mesofilo foliar. Entre as células do parênquima cortical, e região mais externa do floema, foram observadas calotas de fibras envoltas por idioblastos contendo cristais. O sistema vascular apresentou-se formado por uma medula com espaços intercelulares pequenos, medula de lúmen celular grande comprovando a porcentagem de proteína (Figura 4). O xilema apresentou seus poucos elementos dispostos em fileira, entremeados com fibras lignificadas com parede aparentemente espessa com início da instalação do câmbio (Figura 4). Conforme Appezzato da Glória (2003) a disposição do floema e xilema juntos formando um cilindro vascular contínuo, é uma das principais características que identificam o crescimento primário de hastes, o que concorda com as observações desse trabalho. Segundo Grabber et al., (2002) a acumulação de tecidos lignificados do caule durante a maturidade das plantas de alfafa, vai tornando a degradabilidade mais difícil.

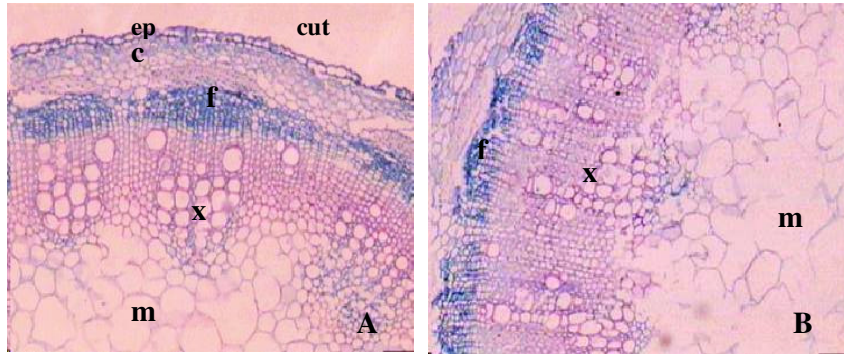


Figura 4 – Secções transversais de haste de populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Crioula-EL, B- Coroa Crioula-EL. CórTEX (c); cutícula (cut); epiderme (ep); floema (f); medula (m); xilema (x). Passo Fundo, RS, 2004.

3.4 Pecíolo

A secção transversal do pecíolo apresentou forma alada, sendo nas duas extremidades com epiderme unisseriada e presença de alguns estômatos. Três feixes vasculares, sendo um central com maior porte e dois acessórios distribuídos estando um em cada ala com menores proporções, e outro considerado maior situado em sua parte convexa (figura 5). Os feixes vasculares estão imersos em um parênquima cujas células próximas a epiderme apresentam cloroplastos e as mais internas apresentam forma irregular e lúmen celular grande. Esau (1998) relata a semelhança entre os tecidos do caule e os tecidos do pecíolo nas magnoliopsidas.

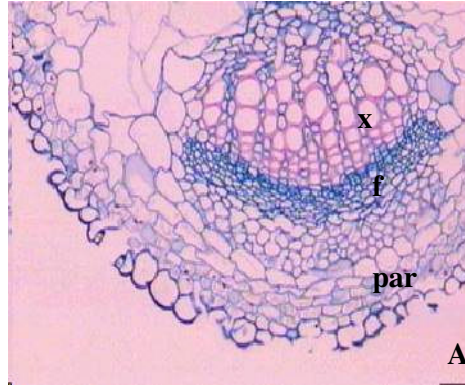


Figura 5 – Secções transversais de pecíolo de populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Crioula-EL. Xilema (x); floema (f); parênquima (par). Passo Fundo, RS, 2004.

3.5 Folhas

Secção transversal do limbo foliar mostrou estrutura dorsiventral. A epiderme é unisseriada, sendo que algumas células mostram-se papilosas em ambas as faces, a ocorrência de estômatos nas 2 faces foliares caracterizam a folha como anfiestômatica. Uma camada delgada de cutícula recobre a epiderme, o mesofilo apresentou dois estratos de células no parênquima clorofiliano paliçádico com células frouxamente arranjadas. O parênquima lacunoso não apresenta lacunas muito amplas, o que confere um bom valor nutritivo (Figura 6). As folhas, consideradas por López et al (1966), como principal parte da planta responsável pela nutrição animal, apresentaram, em secção transversal, epiderme unisseriada, com presença de cutícula e estômatos nas duas faces. O parênquima paliçádico se estende até a borda foliar inclusive se prolonga na região da nervura central. As células parenquimáticas em geral, possuem paredes delgadas. Segundo Esau (1998), na maioria das dicotiledôneas herbáceas as folhas são finas, com cutícula delgada e apresentam grandes espaços intercelulares, comprovando que as folhas de leguminosas como a

alfafa e o trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) apresentam mesofilo altamente digestível resultando em digestibilidade dos folíolos de cerca de 800 g kg⁻¹ (Akin, 1989). Os feixes vasculares são de pequeno porte, e possuem poucos elementos de condução, principalmente de xilema, sendo que o feixe vascular da nervura central apresenta maiores proporções (Figura 6). Semelhanças na estrutura foliar de *Medicago sativa* foram descritas por Esau (1998) que refere-se ao parênquima paliçádico com duas camadas de células parenquimáticas com paredes delgadas.

A presença de poucos feixes vasculares, bem como a grande quantidade de células parenquimáticas com paredes aparentemente delgadas confirma as características já descritas referentes à qualidade da alfafa. A grande quantidade de proteína produzida por essa forrageira relacionada à ausência de substâncias ergásticas na composição celular de seus tecidos, (possíveis taninos condensados), pode ser uma das principais características que identificam essas leguminosas como causadoras de timpanismo. Conforme Brandes & Feitas (1992), os taninos entre 2% e 4% na composição celular, são atributos necessários em forrageiras, por formarem complexos precipitados com proteínas facilitando seu aproveitamento pelos ruminantes. A alfafa apresenta somente 1,1% de taninos condensados em sua composição celular. Essa é uma característica passível de melhoramento em se tratando de alfafa para consumo por ruminantes.

As células do mesofilo foram danificadas mecanicamente para identificar características que podem contribuir para resistência e redução do potencial de causar timpanismo. Algumas leguminosas como cornichão tem paredes celulares com alto grau de resistência do

tecido, já alfafa e trevo-branco mostraram paredes pouco resistentes, podendo assim causar timpanismo com mais facilidade (Lees et al., 1981).

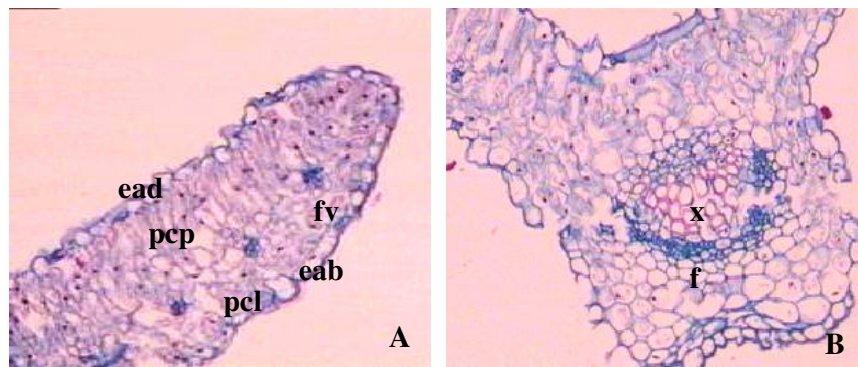


Figura 6– Secções transversais de limbo foliar de populações de alfafa, aos 180 dias de crescimento, após o transplante para os vasos. MF:100x. (A, B). A- Alfagraze. B- Alfagraze. Epiderme abaxial (eab); epiderme adaxial (ead); floema (f); feixe vascular (fv); parênquima clorofiliano lacunoso (pcl); parênquima clorofiliano paliçádico (pcp). Passo Fundo, RS, 2004.

Dentre as variáveis avaliadas nas plantas adultas, ou seja, com 226 dias de crescimento entre a emergência e a última colheita, realizada aos 180 dias após o transplante, apenas o percentual das hastes da coroa em relação ao número total de hastes e o teor de FDA de hastes diferiu entre as populações (Figura 9).

A porcentagem de proteína bruta da folha (PBF) e proteína bruta da haste (PBH) encontra-se na figura 7, já os valores de Fibra em detergente ácido da folha (FDAF), fibra em detergente ácido da haste, fibra em detergente neutro da folha (FDNF), fibra em detergente neutro da haste (FDNH) (Figura 8).

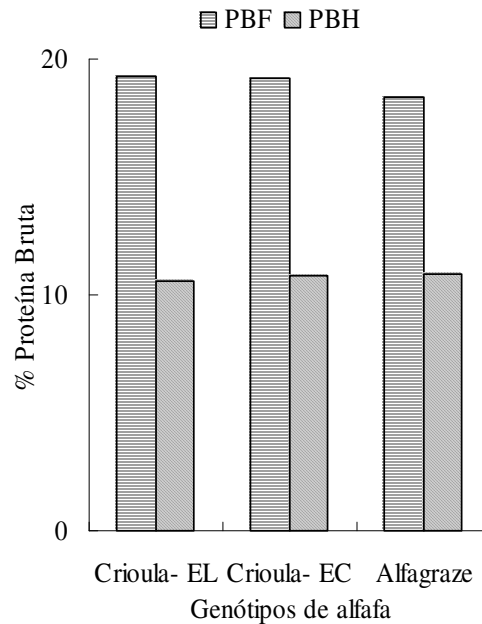


Figura 7- Porcentagem de Proteína Bruta (PB) de populações de alfafa. Passo Fundo, RS, 2004.

Conforme Norton (1981), o estágio vegetativo de crescimento das plantas, geralmente possui o mais alto nível de proteínas das folhas, mas com o avanço da maturidade vai ocorrendo um declínio lento de proteínas de folhas e caules. Em relação à qualidade das folhas da alfafa, Hanson et al. (1981), considera que é possível se obter até 20% de PB em folhas frescas, sendo que em folhas secas o valor de proteína obtido pode atingir 16,5%.

Tecidos lignificados de caules de leguminosas têm degradação mais intensa do que tecidos lignificados de gramíneas, no entanto, em caules, o xilema e porções da epiderme são considerados como não degradáveis mesmo sendo submetidos a longos períodos de

incubação em líquido ruminal, enquanto tecidos como floema e parênquima são de fácil degradação estando esta relacionada com a maturidade do caule (HANNA et al., 1976).

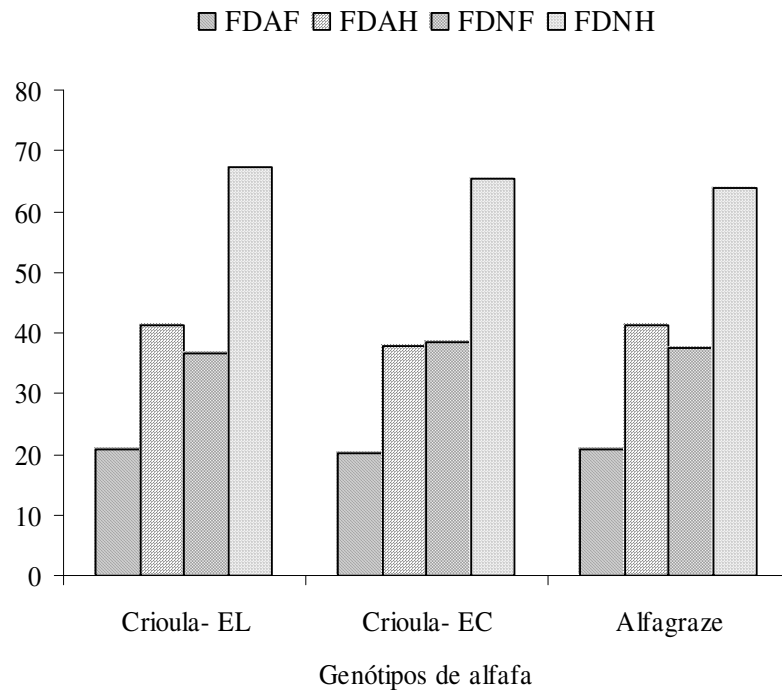


Figura 8- Valores de fibra em detergente ácido da Folha (FDAF), fibra em detergente ácido da haste (FDAH), fibra em detergente neutro da folha (FDNF) e fibra em detergente neutro da haste (FDNH), de populações de alfafa. Passo Fundo, RS, 2004.

Embora alguns autores vinculem o consumo de forragem pelos ruminantes a uma demanda do próprio rúmen, o consumo voluntário pode ser influenciado pela composição da pastagem, bem como por componentes da planta, como as fibras (REID, 1994). A

determinação dos conteúdos fibrosos é considerada uma das maiores contribuições na área da nutrição de ruminantes, visto que são os níveis de FDN os principais fatores que limitam o consumo. O teor de FDA não inclui todos os componentes da parede celular, pois a hemicelulose é digerida pela solução de detergente ácido (FISHER et al., 1995). Forragens de alta qualidade são caracterizadas por teores de FDA e FDN relativamente baixos, 30% e 60% respectivamente (PETERSON et al., 1994).

4 CONCLUSÕES

Populações de alfafa de diferentes hábitos de crescimento não expressam diferenças na sua formação anatômica.

As características anatômicas apresentadas estão relacionadas com plantas de boa degradabilidade e alto grau nutritivo aos ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. *Plant Pathology*. 4 ed. USA: Academic Press, 1997.
- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomy Journal*, v.81, p.17-25, 1989.
- ALBRECHT, K. A.; WEDIN, W.F.; BUXTON, D.R. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Science*, Madison, v. 27, p. 735-741, 1987.
- ALVES DE BRITO, C. J. F. A.; RODELLA, R. A. Breve histórico das relações entre anatomia vegetal e qualidade de gramíneas forrageiras com ênfase para o gênero *Brachiaria*. *Revista de Agricultura*, v.76 n.1, p. 19-36, 2001.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A.; XAVIER, D. F. Estabelecimento e manejo de alfafa. *Revista Gado Holandês*, São Paulo, n.445, p. 43-45, 1996.
- APPEZZATO da GLÓRIA, B. *Morfologia de sistemas subterrâneos: histórico e evolução do conhecimento no Brasil*. 1.ed. Ribeirão Preto: AS Pinto, 2003.
- ARAÚJO, J. C. de.; JACQUES, A. V. A. Características morfológicas e produção de matéria seca do cornichão (*Lotus corniculatus* L.) colhido em diferentes estádios de crescimento e duas alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 3, n.2, p.138-147, 1974.
- AVICE, J. C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; VOLENEC, J. J.; BOUCAUD, J. Root protein and vegetative storage protein are key organic nutrients for alfalfa shoot regrowth. *Crop Science*, Madison, v. 37, p. 1187-1193, 1997.
- BARNES, R. F.; SHEAFFER, C. C. Alfalfa. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds) 5. ed. *Forages: an introduction to grassland agriculture*. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1995. p. 205-216.

BASIGALUP, D. H.; HIJANO, E. H. Mejoramiento genético de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Eds.). *La alfalfa en la Argentina*. Buenos Aires: INTA, 1995. p.46-60.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C. (Ed). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e Fosfato, 1987. p. 13-48.

BLASER, R. E.; HAMMES, R.C.; FONTENOT, J. P.; BRYANT, H. T.; POLAN, C. E.; WOLF, D. D.; McCLAUGHERTY, F. S.; KLINE, G. *Forage animal management systems*. Blacksburg: Virginia Agricultural Experimental Station, 1986.

BOLTON, J. L. *Alfalfa: botany, cultivation, and utilization*. London: Leonard Hill, 1962.

BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Frequência de cortes de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. Crioula em Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.25, n.3, p. 396-403, 1996.

BOURQUIN, L. D.; TITGEMEYER, E. C.; MERCHEN, N. R., FAHEY Jr, G. C. Forage level and particle size effects on orchardgrass digestion by steers: I. Site and extent of organic matter, nitrogen, and cell wall digestion. *Journal of Animal Science*, v. 72, n.3, p. 746-758, 1994.

BOUTON, J. H.; SMITH, S. R.; WOOD, D. T.; HOVELAND, C. S.; BRUMER, E. C. Registration of 'Alfagraze' alfalfa. *Crop Science*, Madison, v. 31. p. 479, 1991.

BRANDES, D.; FEITAS, E. A. G. de. Taninos condensados – uma ferramenta para melhorar o desempenho de ruminante. *Agropecuária Catarinense*, v.5 n.3, p. 44-48, 1992.

BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems a functional interpretation. In: HODGSON, J. ILLIUS, A. W. (Eds). *The Ecology and Management of grazed systems*. Wallingford, UK: CAB International, 1996. p.37-67.

BROWN, R. B.; WOLF, D. D.; BLASER, R. E. Energy accumulation and utilization. In: HANSON, C.H. (Ed.) *Alfalfa science and technology*. 1972. p. 143-166.

BRUMMER, E. C.; BOUTON, J. H. Plant traits associated with grazing- tolerant alfalfa. *Agronomy Journal*, v.83, p.996-1000, 1991.

BRUMMER, E. C.; BOUTON, J.H. Physiological traits associated with grazing- tolerant alfalfa. *Agronomy Journal*, v.84, p.138-143, 1992.

CAMPBELL, T. A.; BAO, G.; XIA, Z. L. Agronomic evaluation of *Medicago ruthenica* collected in Inner Mongolia. *Crop Science*, Madison, v.37, n.2, p.599-604, 1997.

CARÁMBULA, M. *Producción de semillas de plantas forrajeras*. Montevideo: Editorial Hemisferio Sur. s.d.

CARNEIRO, M. C. Relação entre anatomia quantitativa e valor nutritivo de *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vog. e *Trifolium repens* L. (Leguminosae). *Tese* (Doutorado em Ciências Biológicas) – Área de concentração: Botânica. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

COSTA, N. de L.; SAIBRO, J. C. Efeito de regimes de corte sobre a flutuação estacional de glicídios não estruturais em Alfafa e *Paspalum guenoarum* sob cultivo consorciado. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.29, p.667-674, 1994.

COSTA, N. de L.; SAIBRO, J. C. Efeito da altura de corte e do estágio de desenvolvimento sobre a produção estacional de forragem da Alfafa. *Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, p.865-871, 1992.

COUNCE, P.A.; BOUTON, J.H.; BROWN, R.H. Screening and characterizing of alfalfa for persistence under mowing and continuous grazing. *Crop Science*, Madison, v.24, p.282-285, 1984.

DALL'AGNOL, M.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Produção e utilização de alfafa. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE

PASTAGENS, 17. Piracicaba, 2000. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2000. p.265-295.

DUTRA, I. M. de S. Estudo de variabilidade de características agronômicas em plantas e progênies de alfafa crioula (*Medicago sativa* L.). 1999. (Tese de doutorado- Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. 14. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 1998.

FERREIRA, R. de P.; PEREIRA, A. V. Melhoramento de forrageiras. In: BORÉM, A. *Melhoramento de espécies cultivadas*. Viçosa: UFV, 1999. p. 649-677.

FISHER, D. S.; BURNS, J. C.; MOORE, J. E. The nutritive evaluation of forage. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds) *Forages: an introduction to grassland agriculture*. Iowa: Iowa State University Press, 1995. p.105-115.

FRAME, J.; CHARLTON, J. F. L.; LAIDLAW, A. S. Lucerne. In: FRAME, J. CHARLTON, J. F. L.; LAIDLAW, A. *Temperate forage legumes*. New York : CAB: International, 1998. p. 107-179.

GOSSE, G.; LEMAIRE, G.; CHARTIER, M.; BALFOURIER, F. Structure of a lucerne population (*M. sativa* L.) and dynamics of stem competition for light during regrowth. *Journal Applied Ecology*, v.25, n.2, p.609-617, 1998.

GRABBER, J. H.; PANCIERA, M. T.; HATFIELD, R. D. Chemical composition and enzymatic degradability of xylem and nonxylem walls isolated from alfalfa internodes. *Journal agricultural and food chemistry*, Madison, v.50, p. 2595-2600, 2002.

HANNA, W. W., MONSON, W. G., BURTON, G. W. Histological examination of fresh forages leaves after in vitro digestion. *Crop Science*, v.13, n.1, p.98-102, 1973.

HANSON, C. H.; TYSDAL, H. M.; DAVIS, R. L. Alfalfa. In: HUGHES, H. D.; HEATH, M.; METCALFE, D. S. *Forages: la*

ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. México: Compañía Editora Continental, 1981. p. 215-232.

HEICHEL, G. H. Alfalfa. In: I. D. TEARE; M. M. PEET (eds). *Crop-Water Relations*., New York: John Wiley, 1983. p.128-155.

HEINRICHS, D. H. The future of alfalfa for pastures in dry regions and research requirements. In: *Alfalfa improvement conference*, v. 26, Brookings, SD. Report. 1978. p.47-48.

HIJANO, E. H.; BASIGALUP, D. H. El cultivo de la alfalfa en la República Argentina. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Eds.). *La alfalfa em la Argentina*. Cuyo: INTA, 1995. p. 11-18

HILL, Jr. R. R.; SHENK, J. S.; BARNES, R. F. World distribution and historical development. In: HANSON, A.A. (Coord). *Alfalfa and alfalfa improvement*, Madison: ASA, 1988. p. 809-825.

HINTZ, R. W.; ALBRECHT, K. A. Prediction of alfalfa chemical composition from maturity and plant morphology. *Crop Science*, Madison, v.31, p. 1561-155, 1991.

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. London: Longman Scientific and Technical, 1990.

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

HOVELAND, C. Grazing management for animal performance and plant persistence. In: *National alfalfa grazing conference*. p. 17-23, 1994.

HOWARTH, R. E.; GOPLEN, B. P.; BRANDT, S. A.; CHENG, K. J. Disruption of leaf tissues by rumen microorganisms: and approach to breeding bloat-safe forage legumes. *Crop Science*, Madison, v.22, n.3, p.564-568, 1982.

JACQUES, A. V. A.; BARRETO, I. L.; VEIGA, L. F. S. Efeito do estágio de crescimento e da altura de cortes sobre a acumulação de matéria seca e crescimento de raízes de alfafa (*Medicago sativa* L.). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,

11, 1974, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1974. p.337-338.

JACQUES, A.V.A. Manejo de espécies do gênero *Medicago*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FÁVERO, de P. V. Plantas forrageiras de pastagens. *Anais 9º Simpósio de Manejo da pastagem*. Piracicaba SP: Fealq, 1975.

JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras (Área foliar e reservas orgânicas). In: *SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO*. Porto Alegre, 1976. *Anais...* Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1976. p.311-327.

JUNG, H. G.; ENGELS, F. M. Alfalfa stem tissues: cell wall deposition, composition and degradability. *Crop Science*, Madison, v. 42, p. 524-534, 2002.

KAEHNE, I. D. The performance under intensive continuous grazing of second generation bulk populations derived from crosses between wild and exotic Alafalfas and cultivated non-hardy varieties. In: *Alfalfa Improvement Conference*, 26. 1978, St. Paul: Brookings, 1978.

KALLENBACH, R. L.; NELSON, C. J.; COUTTS, J. H. Yield quality, and persistence of grazing-and had-type alfalfa under three harvest frequencies. *Agronomy Journal*, v.94, p. 1094-1103, 2002.

KIM, T. H. OURRY, A.; BOUCAD, J. et al. Changes in course-sink relationship for nitrogen during regrowth of lucerne (*Medicago sativa* L.) following removal of shoots. *Australian Journal of Plant Physiology*, Melbourne, v. 18, p. 53-602, 1991.

KIM, T. H. OURRY, A.; BOUCAD, J. et al. Partitioning of nitrogen derived from N₂ fixation and reserves in nodulated *Medicago sativa* L. during regrowth. *Journal of experimental Botany*, v. 44, n. 260, p. 555-556, 1993.

LEACH, G. J. Shoot numbers, shoot size, and yield of regrowth in three Lucerne cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.20, p. 425-434, 1969.

LEACH, G. J. Shoot growth on Lucerne plants cut at different heights. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.21, p. 583-591, 1970.

LEES, G.L.; HOWARTH, R.E.; GOPLEN, B.P. Morphological characteristics of leaves from legume forages: relation to digestion and mechanical strength. *Canada Journal Botanical*, v.60, n.10, p.2126-2132, 1982.

LEES, G.L.; HOWARTH, R.E.; GOPLEN, B.P.; FESSER, A.C. Mechanical disruption of leaf tissues and cells in some bloat-safe forage legumes. *Crop Science*, Madison, v.21, p.444- 448, 1981.

LI, B.; BEUSELINCK, P. R. Rhizomatous *Lotus corniculatus* L.; II. Morphology and anatomy of rhizomes. *Crop Science*, Madison, v.36, n.2, p. 407-411, 1996.

LÓPEZ, J.; PRESTES, P.J.Q.; MAGALHÃES, E. A curva de crescimento e a composição em carboidratos solúveis, estruturais, lignina e proteína, e a digestibilidade em cornichão. In: *Congresso Internacional de pastagens*, 9, 1965, São Paulo. *Anais...*São Paulo: Alarico, 1966. p. 851-857.

MARQUEZ-ORTIZ, J. J.; JOHNSON, L. D.; BARNES, D. K.; BASIGALUP, D. H. Crown morphology relationships among alfalfa plant introductions and cultivars. *Crop Science*, Madison, v.36, p. 766-767, 1996.

MEDEIROS, R. B. *Modelos de semeadura de alfafa (Medicago sativa L.) e suas relações com o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo*. 1995. Tese (Doutorado em Agronomia – Zootecnia) – Programa de Pós – Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

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

MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1961.

NELSON, C.J.; MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY JR, G.G. ET AL. (Eds). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Lincoln. National Conference on Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: Library of Congress, 1994. p. 115-154.

NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. *Department of Agriculture, University of Queensland*. Australia. p.98-110. 1981.

NUERNBERG, N. J.; MILAN, N. A.; SILVEIRA, C. A. M. *Manual de produção de alfafa*. Florianópolis: EPAGRI – Empresa de pesquisa agropecuária e difusão de tecnologia de Santa Catarina, 1992.

NUERNBERG, N. J.; MILAN, N. A.; SILVEIRA, C. A. M. Cultivo, manejo e utilização da alfafa.. In: *Manual de Produção de alfafa*. Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária, 1990.

OLIVEIRA, Paulo Ricardo. *Avaliação da variabilidade genética e seleção de plantas de alfafa crioula (Medicago sativa L.)* 1991. Tese (doutorado), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

OLIVEIRA, P. R. D.; PAIM, N. R.; CZERMAINSKI, A. B. C. Seleção para rendimento e qualidade da forragem em alfafa crioula. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.9, p. 1039-1044, 1993.

OLIVEIRA, W. S. *Seleção de cultivares de alfafa (Medicago sativa L.) eficientes em produção e qualidade da biomassa*. Piracicaba, 2001. 118p. Tese (doutorado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.

PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; ALVIM, M. J.; CARVALHO, M. M. Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária (*Brachiaria decumbes*) em monocultivo e consorciada com estilosantes (*Stylosanthes guianensis*). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n.3, p.421-426, 2003.

PAIM, N. Melhoramento genético de leguminosas forrageiras. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. *Pastagens*,

fundamentos da exploração racional. 2 ed. Piracicaba: FEALQ, 1994. 908p.

PETERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P.; KERLEY, M. S. WILLIAMS, J. E. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr. G. C. (Ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society of America; Soil Science Society of America, 1994. p.59-114.

PENATI, M. A.; CORSI, M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; SANTOS, P. M. Manejo de plantas forrageiras no pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1999. Goiânia. *Anais...* Goiânia: CBNA, 1999. p.123-144.

PEREIRA, A. V.; FERREIRA, R. P.; CRUZ, C. D.; FREITAS, V. P.; OLIVEIRA, P. T. A. Comportamento da alfafa cv. Crioula de diferentes origens e estimativas dos coeficientes de repetibilidade para caracteres forrageiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.686-690, 1998.

PEREZ, N. B. *Melhoramento genético de leguminosas de clima temperado – Alfafa (Medicago sativa L.) e cornichão (Lotus corniculatus L.) para aptidão ao pastejo*. 2003. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Plantas Forrageiras) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

PETERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P. et al. (Eds). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Lincoln. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: Library of Congress, 1994. p. 59-114.

PIANO, E.; VALENTINI, P.; PECETTI, L.; ROMANI, M. Evolution of a lucerne germoplasm collection in relation to traits conferring grazing tolerance. *Euphytica*, v. 89, n.2, p. 279-288, 1996.

POLES-MAROSO, R.; CARNEIRO, C. M.; BORDIGNON, M.V.; BOLZON SOSTER, M.T.; SCHEFFER-BASSO, S. M. Variabilidade morfológica do sistema subterrâneo de *Lotus corniculatus* L. *Agrociencia*, Montevideo, v. 8, n.2, p.73- 78, 2004.

POZZOBON, M. T.; PAIM, N. R.; SCHIFINO, M. T.; RIBOLDI, J. Teste de progenies de policruzamento e cultivares de alfafa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.9, p. 1123- 1130, 1984.

QUIROS, C. F. BAUCHAN, G. R. The genus *Medicago* and the origen of the *Medicago sativa* complex. In: HANSON, D.K.; BARNES, D.K.; HILL, R.R. (Ed) *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 25-92.

RASSINI, J. B.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; TUPY, O.; LÊDO, F. da S.; FERREIRA, R.de P.; BOTREL, M. de A.; ALVIM, M. J. *Cultivo da alfafa*. Embrapa Pecuária Sudeste - Sistemas de Produção. Janeiro, 2003. Disponível em <http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br>

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6. ed. Guanabara Koogan. 2001.

REID, R. L. Millestones in forage reserch (1969-1994). In: FAHEY JR, G. C. et al. (Eds). *Forage quality, evaluation, and utilization*. Lincoln. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: Library of Congress, 1994. p. 1-58.

RODRIGUES, L. R. A.; REIS, R. A. Conceituação e modalidades de sistemas intensivos de pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1997, Piracicaba. *Anais...Piracicaba: FEALQ*, 1997. p.1-24.

ROESER, K. R. Die Nadel der Schwarzkiefer Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. *Mikrokosmos*, v.61, p.33 36. 1962.

ROMERO, N. A. Investigaciones y progresos en el manejo de la alfalfa. III. Producción y persistencia. *Revista Argentina de Producción Animal*, v.8, n.6, p. 519-522, 1988.

ROMERO, N. A.; COMERÓN, E. A.; USTARROZ, E. Crescimento y utilización de la alfafa. In: *La alfafa*. Argentina: INTA- C. R. Cuyo. Agro de Cuyo. 1995. p. 151-170.

RUMBAUGH, M. D.; CADDEL, J. L.; ROWE, D. E. Breeding and quantitative genetics. In: HANSON, A.A. (Coord). *Alfalfa and alfalfa improvement*, Madison: ASA, 1988. p. 777-808.

SAIBRO, J. C. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM. Piracicaba, SP. *Anais...* Piracicaba: FEALQ. 1985. p. 61-106.

SAIBRO, J.C. & DA SILVA, J.L.S. Rendimento total e estacional de matéria seca de cultivares de alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul. In: ANAIS 35^a REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p. 650-652.

SASS, J. E. *Botanical microtechnique*. Iowa: The Iowa state college Press, 1951.

SENGUL, S. Yield components, morphology and forage quality of native alfalfa ecotypes. *Journal of Biological Science*, Erzurum, Turkey, v. 2, n.7, p. 494-498, 2002.

SILVA, G. M.; CHAHIN, A. G.; SOTO, S. M. Desarrollo y valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Avances em Producción Animal*, Santiago, v.21, n.1-2, p.13-22, 1996.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALETT, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e produção vegetal. *Acta Botânica Brasileira*, São Paulo, v.19, n.1. p. 183-194, 2005.

SINGH, Y.; WINCH, J. E. Morphological development of two alfalfa cultivars under various harvesting schedules. *Canadian Journal of Plant Science*, v. 54, p. 79-87, 1974.

SMITH, D.; NELSON, C .J. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. I. Responses to height and frequency of cutting. *Crop Science*, Madison, v. 7, 130-133, 1967.

SMITH Jr., D.; BULA, R. J.; WALGENBACH, R. P. Management of alfalfa. In: *Forage Management*. 5 ed. Iowa: Kendall/Hund Pub, 1986. p. 107-117.

SMITH Jr., S. R.; BOUTON, J. H.; HOVELAND, C. S. Alfalfa Persistence and Regrowth Potential under Continuous Grazing. *Agronomy Journal*, v. 81, p. 960-965, 1989.

SMITH Jr., S. R.; BOUTON, J. H. Seed yield of grazing tolerant alfalfa germoplasm. *Crop Science*, Madison, v.29, p. 1195-1199. 1989.

SMITH Jr.; HOVELAND, C. S.; BOUTON, J. H. Persistence of alfalfa under continuous grazing in pure stands and in mixtures with tall fescue. *Crop Science*, Madison, v.32, p. 1259-1264, 1992.

SMITH Jr., S. R.; BOUTON, J. H. Selection within Alfalfa Cultivars for Persistence under Continuous Stocking. *Crop Science*, Madison, v.33, p. 1321-1328, 1993.

SWIFT, R. W.; SULLIVAN, E. F. Composicion y valor Nutritivo de los forrages. In: HUGHES, H. D.; HEATH, M.; METCALFE, D. S. *Forages: la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos*. México: Compañía Editora Continental, 1981. p. 215-232. 1981.

TEUBER, L. R.; BRICK, M. A. Morphology and anatomy. In: HANSON, A. A.; BARNES, D. F. HILL JUNIOR, R. R. *Alfalfa and alfalfa improvement*. Madison: American Society of Agronomy, (Agronomy Monograph, 29), 1998. p. 125-158.

VOLENEC, J. J. Leaf area expansion and shoot elongation of diverse alfalfa germoplasms. *Crop Science*, Madison, v.25, p. 822-827, 1985.