DETERMINANTES MORFOFISIOLÓGICOS DE PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALFAFA SOB PASTEJO

MARÍA DEL CARMEN FERRAGINE

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia, Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 2003

DETERMINANTES MORFOFISIOLÓGICOS DE PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALFAFA SOB PASTEJO

MARÍA DEL CARMEN FERRAGINE

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. **CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor
em Agronomia, Área de Concentração: Ciência
Animal e Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 2003

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Ferragine, María Del Carmen

Determinantes morfofisiológicos de produtividade e persistência de
genótipos de alfafa sob pastejo / María Del Carmen Ferragine. - - Piracicaba,
2003.

116 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.
Bibliografia.

1. Alfafa 2. Característica agronômica 3. Composição botânica 4.
Genótipo 5. Indicadores de produtividades 6. Pastejo I. Título

CDD

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

A meus pais Nora Margiotta e Carlos Ferragine,
minha irmã Mónica Ferragine e cunhado Jorge Wenger,
minha tia Enriqueta Margiotta.
pelo amor, apoio e incentivo

OFEREÇO

*Tantas vezes pensamos ter chegado
Tantas vezes é preciso ir além
(Fernando Pessoa)*

Ao meu tio Francisco Ferragine “*in memoriam*”
pela sabedoria e exemplo de vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira pela excelente orientação, pelos ensinamentos e constante troca de conhecimentos, pelo apoio e principalmente pela amizade desenvolvida.

Ao Coordenador Prof. Dr. Sila Carneiro Da Silva e a todos os professores do Curso de Ciência Animal e Pastagens, pela dedicação e conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Moacyr Corsi pela cordialidade e ensinamentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Antonio Francisco Monteiro pelos ensinamentos e amizade desenvolvida.

Ao Prof. Dr. Valdo R. Herling, pelo ajuda na revisão do manuscrito final e auxílio na realização das análises de carboidratos.

Ao Prof. Dr. Miguel Dall'Agnol, pelas discussões durante a fase experimental, pela revisão do manuscrito final e pelas referências bibliográficas enviadas.

Ao Dr. J. H. Bouton pela troca de conhecimentos e sugestões para a realização do trabalho e fornecimento das sementes.

A Prof. Dra. Maria Cristina Stolf Nogueira pelo auxílio na realização nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Flávio A. P. Santos e ao Sr. Laureano pela concessão e auxílio dos animais. Aos funcionários do Departamento de Zootecnia pela colaboração nas tarefas do preparo do solo.

Ao Prof. Dr. Cláudio Haddad pela predisposição e sugestões nas consultas técnicas. Ao Dr. Pedro Christofolletti e ao Sr. Luis Ferrari pelo fornecimento e aplicação de herbicida.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio e ao técnico do Laboratório de Bromatologia da ESALQ-USP, Carlos César Alves, pelo auxílio na realização das análises bromatológicas.

Ao Prof. Dr. Quirino Carmello pela amizade, atenção, ajuda e concessão de parte do material de laboratório usado nas análises. Às técnicas do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas Lurdes Aparecida Dário de Gonzáles e Nivanda Maria de Moura Ruiz pela realização das análises de nitrogênio.

Aos colegas Lyssa Otani, Felipe Tonato, Leonardo Moreno, João Menezes, Gustavo Braga, Henrique Rocha, Alexandre Mello e estagiários do Departamento de Zootecnia, pela valiosa colaboração e disposição na realização dos trabalhos a campo.

A todos os colegas do Curso de Ciência Animal e Pastagens, pela convivência alegre e constante trocas de experiências e conhecimentos.

Aos Dres. Daniel Basigalup, Néstor Juan e Carlos Cangiano pela amável predisposição nas consultas e envios de referências bibliográficas.

A DEUS, por iluminar meus caminhos e pela possibilidade infinita de crescimento, que se manifesta a cada instante em minha vida.

Em especial a minha família pelo carinho, apoio, incentivo e compreensão fundamentais durante estos anos transcorridos.

Aos meus amigos de Argentina e aos novos que fiz na minha permanência no Brasil Luciana, Daniele, André, Nilvia, Eva, Silvia, Gabriela, Dori, María del Valle, Jorge, Fernando, Adriana, Rubén, Noemí e Marta pelo carinho, apoio constante e momentos compartilhados, minha eterna gratidão.

A CAPES Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de estudos nos dois primeiros anos de Doutorado.

A FEALQ Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz em especial ao Prof. Dr. Antonio Roque Dechen e ao Prof. Dr. Vidal Pedroso de Faria pela amizade, incentivo e concessão de bolsa de estudos, que permitiram minha permanência no Brasil até a finalização do Doutorado.

A Facultad de Ciencias Veterinarias e a Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, pela liberação para a realização do curso.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	viii
SUMMARY.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Origem e distribuição da alfafa no mundo.....	4
2.2 A alfafa como recurso forrageiro.....	7
2.3 Respostas morfofisiológicas da alfafa à desfolha e suas implicações na produtividade e persistência.....	19
3 DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ALFAFA EM RESPOSTA A MÉTODO DE PASTEJO.....	29
Resumo.....	29
Summary.....	30
3.1 Introdução.....	31
3.2 Material e Métodos.....	33
3.3 Resultados e Discussão.....	40
3.3.1 Acúmulo total e taxa de acúmulo de forragem.....	40
3.3.2 Índice de área foliar.....	48
3.3.3 Interceptação luminosa.....	51
3.4 Conclusões.....	52

4 DETERMINANTES MORFOFISIOLÓGICOS DA PERSISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALFAFA SOB PASTEJO.....	54
Resumo.....	54
Summary.....	55
4.1 Introdução.....	57
4.2 Material e Métodos.....	59
4.3 Resultados e Discussão.....	60
4.4 Conclusões.....	80
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87

DETERMINANTES MORFOFISIOLÓGICOS DE PRODUTIVIDADE E PERSISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE ALFAFA SOB PASTEJO

Autora: MARÍA DEL CARMEN FERRAGINE

Orientador: Prof. Dr. CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA

RESUMO

Após a estabilização da economia na década de 1990, o cenário que vem se consolidando indica claramente o estabelecimento de mercados livres e competitivos, o que conseqüentemente, exige setores eficientes nas diversas atividades. Nesse contexto, a demanda por tecnologia tende a aumentar e, apesar da intensificação, a utilização de pastagens como principal componente da dieta dos rebanhos de animais ruminantes deverá ter o seu lugar de destaque, por ser esta a forma mais econômica de fornecer alimento aos animais. Desse modo espécies de alto potencial forrageiro como a alfafa (*Medicago sativa* L.), podem ser opções para melhorar a produtividade de forragem e o desempenho animal, pois associam elevada produção com alto valor nutritivo. De março de 2001 a fevereiro de 2002, foi estudado o efeito do método de pastejo sob o acúmulo de forragem total (AFT), o índice de área foliar (IAF), a interceptação luminosa (IL), e os determinantes morfofisiológicos da persistência de cinco genótipos de alfafa num Kandiudalfic Eutradox. Um experimento do tipo “mob-grazing” foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas (split-

plot), com 10 tratamentos e 6 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Nas parcelas foram alocados o fator de tratamento relativo ao método de pastejo (“lotação contínua”, simulada por desfolhas semanais, e “lotação rotacionada” com desfolha a cada 4 semanas na primavera-verão e a cada 6 semanas no outono-inverno). Nas sub-parcelas foram alocados os cinco genótipos de alfafa com diferentes aptidões agrônômicas em termos de dormência, adaptação local e tolerância ao pastejo (ABT-805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432), submetidos a 295 dias de pastejo e sob irrigação. ABT-805 foi o cultivar mais produtivo sob lotação contínua (26,6 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹) e no pastejo rotacionado (18 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹) e quem teve o maior IAF médio (2,1) e o máximo valor de IL médio (53%) ao longo do experimento, sob pastejo rotacionado. Alfagraze, apesar de ser um dos menos produtivos no pastejo rotacionado (13,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹) foi semelhante em produção com o ABT-805, no pastejo com lotação contínua (26,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹), com um IL médio de 47% e valores médios de IAF de 1,1 e 1,8 para o pastejo com lotação contínua e rotacionado, respectivamente. Pioneer 5432, situou-se numa condição intermediária, com um IL médio de 49%, produção total de forragem de 24,3 e 15,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹ e valores médios de IAF (0,98 e 1,76) para a lotação contínua e rotacionada, respectivamente. O cultivar com melhor persistência, sob lotação contínua foi o Alfagraze com 26% de sobrevivência, enquanto sob lotação rotacionada foi o ABT-805 com 44,9%. Dos cultivares dormentes não adaptados ao pastejo, CUF-101 foi o que revelou menor persistência. Duzentos e dez dias após o início do pastejo, sob lotação contínua, havia somente 9,6% de alfafa na massa de forragem pré-pastejo, indicando nessa data o que aconteceria com o estande de plantas ao final do experimento. Trezentos e vinte e cinco dias após o início do pastejo, Alfagraze, ABT-805 e Pioneer 5432 apresentaram valores médios de teores e estoques de CNE em raízes e coroas, em torno de 221 e 112,9 g kg⁻¹ MO e de 406 e 210,7 g m⁻², respectivamente. Sob lotação contínua, os estoques de CNE sofreram drástica redução nas raízes (79,8%) e coroas (84,7%) de alfafa, e em torno de 46 e 59%, respectivamente quando foi sob lotação rotacionada. Cultivares tolerantes ao pastejo tiveram valores médios de teores e estoques de nitrogênio total, nas raízes e coroas, em torno de 168,9 e 231,2 g kg⁻¹ MO e de 331,6 e 326,9 g m⁻², respectivamente. ABT-805 e Alfagraze

parecem ser produtivas e moderadamente adaptadas ao pastejo nas latitudes tropicais do Brasil Central, mas o seu uso bem sucedido dependerá das condições climáticas e do método do manejo do pastejo.

**MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL TRAITS ASSOCIATED WITH
PRODUCTIVITY AND PERSISTENCE OF ALFALFA
GENOTYPES UNDER GRAZING**

Author: MARÍA DEL CARMEN FERRAGINE

Adviser: Prof. Dr. CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA

SUMMARY

With the stabilization of the Brazilian economy in the 1990s, the establishment of competitive free markets has pushed most activities toward the need for professionalization and increased efficiency. The demand for technology is growing and despite the ever rising intensification in the livestock industry, it is likely that grazed forages will continue to be main component of ruminant diets and key to the system as a whole, as it represents a low-cost feeding alternative. The adoption and the efficient utilization of forage species with both high yield potential and high nutritive value, such as alfalfa (*Medicago sativa* L.) may enhance animal performance and productivity. From March 2001 through February 2002, the impact of grazing method was studied on plots of five alfalfa genotypes on a Kandiuclafic Eutradox in Piracicaba, SP. Responses measured included total and seasonal herbage accumulation, leaf area index (LAI), light interception by the canopy (LI), plant survival, weed encroachment, stand counts and reserve status (concentrations and pools of total non-structural carbohydrates, TNC, and nitrogen, N) in plant roots and crowns. An irrigated mob-grazing study was conducted in

a randomized complete block design with six replications and a split-plot arrangement. Treatments included all possible combinations among two grazing methods as whole plot factor (continuous stocking, simulated by weekly grazing of plots year-round; and rotational stocking, simulated by grazing plots every four weeks during the "wet/warm" season and every six weeks during the "dry/cool" season; plots were grazed down to 7 cm each time) and five alfalfa genotypes (sub-plot factors), represented by commercial cultivars with varying agronomic characteristics regarding dormancy class, origin, and grazing tolerance (ABT-805, Alfagraze, Crioula, CUF-101, and Pioneer 5432). Plots were grazed for 295 days. ABT-805 was the highest yielding genotype both under continuous ($26.6 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) and rotational ($18 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) stocking. It also had the highest mean LAI (2.1) and mean LI (53%) throughout the experimental period under rotational stocking. Alfagraze, although among the lowest yielding genotypes under rotational stocking ($13.3 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) sustained similar total forage accumulation to that of ABT-805 under continuous stocking ($26.3 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), with a mean 47% LI and mean LAI between 1.1 and 1.8 for continuous and rotational stocking, respectively. Pioneer 5432 responded with a mean 49% LI, total seasonal herbage accumulation of 24.3 and 15.3 $\text{Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ and mean LAI of 0.98 and 1.76 under continuous and rotational stocking, respectively. Genotype performance was variable regarding the final stand counts, plant survival, percent alfalfa in pregraze forage mass, and in the concentration and pool of total non-structural carbohydrates (TNC) and total nitrogen (N) in roots and crowns of alfalfa plants. Crioula and CUF-101 did not survive through the end of the trial, under either grazing method. Alfagraze showed the highest persistence under continuous stocking, with stand counts falling from 245.7 to 63.9 plants m^2 (26% survival). Under rotational stocking, ABT-805 had the highest persistence, with plot stands declining from 250 to 112.3 plants m^2 , a 44.9% survival rate. Among the dormant, non grazing tolerant cultivars, CUF-101 showed the poorest persistence. Two hundred and ten days after initiation of grazing, there was a mean 9.6% alfalfa in the total pregraze forage mass, a harbinger of the general degradation of the plot stands which materialized at the end of the experimental period. Three hundred twenty five days after the trial started, Alfagraze, ABT-805 and Pioneer

5432 stored TNC, in roots and crowns, respectively, with concentrations of 221 and 112.9 g kg⁻¹ OM and pools of 406 and 210,7 g m⁻², respectively. Mean TNC pools were reduced by 79.8% in roots and by 84.7% in plant crowns when plots were under continuous stocking and by 46 and 59%, respectively, under rotational stocking. Grazing tolerant cultivars accumulated N reserves in roots (168.9 g kg⁻¹ OM, for pools of 331.6 g m⁻²) and crowns (231.2 g kg⁻¹ OM, for pools of 326.9 g m⁻²). ABT-805 and Alfagraze seem to be productive and moderately adapted to grazing in the tropical latitudes of central Brazil, but their successful use will depend on climate and choice of grazing management method.

1 INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas do Brasil permitem que a bovinocultura seja desenvolvida em todo seu território, com significativa importância no contexto sócio-econômico do país. Após a estabilização da economia na década de 1990, o cenário que vem se consolidando indica, claramente, o estabelecimento de mercados livres e competitivos, o que conseqüentemente, exige setores eficientes nas diversas atividades. O custo da terra e de insumos e as variadas alternativas oferecidas para o uso do solo, exigem níveis elevados de produtividade em pastagens para serem competitivos com outras explorações, com as maiores reduções possíveis nos custos de produção. Nesse sentido, as pastagens devem ser a principal fonte de alimentação dos rebanhos de ruminantes em virtude do seu baixo custo (Zimmer & Euclides Filho, 1997).

O Brasil apresenta condições favoráveis à exploração de sistemas de produção animal que utilizam pastagens. Apesar disso, a baixa produtividade das pastagens tropicais durante o “inverno” no Brasil Central é uma das causas que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos, sendo responsável pela redução na capacidade de suporte dos pastos, queda acentuada na produção leiteira e perda de peso dos animais de corte (De Assis, 1997; Zimmer & Euclides Filho, 1997; Euclides & Euclides Filho, 2001; Hodgson & Da Silva, 2002). Essa estacionalidade de produção de plantas forrageiras, todavia, não é particularidade do Brasil. Vários são os países que apresentam problemas quanto à distribuição de produção de forragem, devido principalmente à ocorrência de baixas temperaturas durante parte do ano, limitando o crescimento de plantas forrageiras e, conseqüentemente, determinando um período restrito para produção de alimentos. Nesses países, o efeito do clima na produção de forragem obriga melhorar a utilização dos recursos disponíveis, altos investimentos na pesquisa e

tecnologia, e técnicas de produção para a obtenção de uma exploração pecuária eficiente.

Devido ao seu potencial de produção de forragem e a sua adaptação a diversas condições ambientais, a alfafa (*Medicago sativa* L.) transformou-se numa das espécies de maior importância mundial, sendo considerada a “rainha das forrageiras” devido a suas características agrônômicas e qualitativa da forragem. Como toda leguminosa, a alfafa tem a capacidade de fixar nitrogênio através da simbiose com bactérias pertencentes ao gênero *Rhizobium*. Essa fixação biológica de nitrogênio atmosférico, confere economicidade ao sistema da pastagem, que se beneficia com a incorporação desse nutriente, gerando uma redução potencial de custos que servirá de subsídio para o próximo período agrícola. Outra vantagem da fixação do nitrogênio é a redução do impacto ambiental causado pelo uso inadequado de fertilizantes nitrogenados.

A alfafa é utilizada tanto para pastejo como nas diversas formas em que sua forragem pode ser colhida e conservada. Os métodos mais utilizados são a pré-secagem, a fenação e a ensilagem. O valor da alfafa reside em sua alta produtividade de forragem, elevado teor de proteína, alta digestibilidade e elevado potencial de consumo pelos animais. Além disso, sua forragem contém alto teor de vitaminas A, E e K e seus precursores e a maioria dos minerais requeridos pelos animais de leite e corte, especialmente cálcio, potássio, magnésio e fósforo (Bolland, 1994; Comerón, 1994; Castillo & Gallardo, 1995; Juan et al., 1995; Botrel et al., 2001).

No Brasil, a alfafa é utilizada quase que exclusivamente para fenação sendo a prática de pastejo praticamente desconhecida (Vilela, 1994; Saibro et al., 1998; Botrel et al., 2000; Oliveira, et al., 2001; Ruggieri et al., 2001b). A utilização de alfafa para pastejo é uma prática bem mais conhecida em países como Argentina, Canadá, Nova Zelândia, Austrália, Estados Unidos, França, Espanha e Itália (Smith & Bouton, 1993; Romero et al., 1995b; Bouton & Gates, 2000; Singh et al., 2000; Bellotti, 2001; Castillo et al., 2001).

As gramíneas tropicais, no Brasil, respondem por quase 100% da alimentação dos bovinos, seja em sistemas extensivos ou intensivos de exploração de pastagens. A incorporação de alfafa para pastejo pode vir a complementar os sistemas de produção

animal justamente no momento de maior necessidade, nos meses de seca quando a temperatura, fotoperíodo e umidade são insuficientes para manter os níveis desejados nas regiões Sul e Centro sul do país. Uma outra opção de uso de alfafa seria como alternativa de suplementação protéica e como forragem de alta qualidade para categorias animais que têm alta exigência (animais em crescimento, vacas leiteiras de alta produção, etc.). A idéia de incorporar alfafa pastejada aos sistemas de produção animal, apresenta dificuldades tais como a falta de material adaptado às condições locais e a carência de estudos de alfafa sob pastejo nas regiões tropical e subtropical.

A escassez de informações sobre pastejo de alfafa no Brasil (Costa et al., 1987; Costa & Saibro, 1994; Vilela, 1994; Botrel et al., 2000; Oliveira et al., 2001) contrasta com o grande número de trabalhos desenvolvidos em outros países. Dadas as características próprias de cada país, a seleção de um cultivar ou a forma como se conduz o pastejo de alfafa dentro do sistema é muito variada. Existe a necessidade de pesquisa com as novas introduções de cultivares de alfafa quanto à capacidade produtiva e adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil Central, quando submetidas a pastejo. O objetivo geral desta pesquisa foi identificar os indicadores de produtividade e persistência de genótipos de alfafa de aptidões contrastantes, em resposta ao método de pastejo, tentando assim estabelecer relações causa-efeito que sirvam tanto de guia para o manejo dessa espécie sob pastejo, como para subsidiar os programas de melhoramento genético e seleção. Os objetivos específicos foram:

- i) caracterizar o desempenho produtivo de cinco genótipos de alfafa sob pastejo com diferentes aptidões, adaptações e graus de dormência numa condição tropical sob pastejo e irrigação.
- ii) estabelecer relações causa-efeito entre as características agronômicas de produtividade e persistência sob pastejo e os parâmetros morfo-fisiológicos normalmente associados a essas características.
- iii) determinar o potencial forrageiro para uso sob pastejo, de possíveis combinações genótipo-manejo em sistemas intensivos de produção animal nos trópicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e distribuição da alfafa no mundo

A alfafa (*Medicago sativa*, L.) é uma leguminosa forrageira perene originária do Sudoeste de Ásia, (Irã, Turquia, Síria, Iraque e Afeganistão). As referências mais antigas sobre a alfafa procedem da Turquia (1300 a.C.) e Babilônia (atual Iraque e Irã) 700 a.C e especula-se que o tráfego marítimo, altamente desenvolvido desde 4000 a.C., pode ter contribuído para facilitar sua difusão para outras regiões. No século IV a.C., Teófrates e Aristóteles descreveram com detalhes a introdução da espécie na Grécia pelos exércitos. O imperador chinês Chu mandou uma expedição ao atual Turcomenistão, no ano 126 a.C. para obter cavalos árabes e seus enviados começaram a colecionar sementes de alfafa. Em anos subsequentes a alfafa distribuiu-se pelo norte da China (Hendry, 1923; Michaud et al., 1988; Hijano & Basigalup, 1995).

A alfafa foi levada da Grécia para a Itália pelos romanos acompanhando as grandes conquistas na história antiga, sendo cultivada para alimentação dos cavalos dos exércitos em cada local dominado, de onde se difundiu pela Europa e pelas Américas. No início da Era Cristã a alfafa já estava distribuída em grande parte do mundo. Na Espanha foram feitas duas introduções, a primeira realizada pelos romanos no primeiro século d.C. e a segunda pela invasão dos mouros na Península Ibérica. Essa introdução popularizou a utilização do vocábulo árabe *alfalfa* com preferencia ao utilizado pelos romanos *medica* (Hijano & Basigalup, 1995).

Com a queda do Império Romano, o cultivo da alfafa praticamente desapareceu da Europa, sendo reintroduzido no século XVI na Itália através da Espanha e daí disseminando-se para todos os continentes (Michaud et al., 1988). Em 1519 chegou ao

México e foi levada ao Peru e ao Chile pela via do Pacífico e daí pela via terrestre à Argentina, difundindo-se rapidamente por todo o território (Tome, 1947; Hijano & Basigalup, 1995).

Nos EUA a alfafa foi introduzida pelos missionários através do México até o Texas, Arizona, Novo México e Califórnia, mas o principal ingresso do denominado “trevo chileno” foi na época da febre do ouro na Califórnia em meados do século XIX. Apesar disso, os colonizadores da Nova Inglaterra já tinham levado a alfafa à costa leste da América do Norte, com o nome de *lucerne*, cerca de 100 anos antes que a denominada *alfalfa* fosse difundida no sudoeste dos EUA (Michaud et al., 1988). Na Austrália e na Nova Zelândia a cultura da alfafa iniciou-se no século XVIII, enquanto que na África do Sul foi introduzida em meados do século XX com sementes originárias da França (Bolton et al., 1972). Saibro (1985) relatou que no Brasil, os primeiros registros de cultivo de alfafa aparecem em torno de 1850 por imigrantes vindos da Europa ou através da Argentina e Uruguai. Nuernberg et al. (1990) especularam que o Estado do Rio Grande do Sul talvez tenha sido o primeiro a cultivar essa espécie no país, sendo depois difundida para os demais Estados, especialmente Santa Catarina e Paraná.

Tradicionalmente, as áreas produtoras de alfafa localizam-se no Rio Grande do Sul (Vale do Caí e Missões) e Paraná (Bandeirantes e Santo Antônio da Platina), havendo também áreas produtoras em São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Distrito Federal, Bahia e Alagoas, importando sementes da Argentina, Chile, França, Alemanha, EUA, Itália, Singapura, Taiwan, Canadá e Coréia do Sul (Haddad & Domingues, 1993; Haddad & Castro, 1999).

A superfície cultivada com alfafa em todo o mundo é difícil de ser estimada em função da falta de informações atualizadas dos países produtores, com estimativa aproximada em torno de 32 milhões de hectares. No hemisfério norte o principal país produtor são os EUA com 12 milhões de hectares sendo 37,5% nos estados de Wisconsin, Dakota Norte, Dakota Sul e Minnesota com cerca de 800 mil hectares em cada um deles, 25% no oeste, 10% nordeste e 8% no sudeste. Outros países produtores são a Antiga União Soviética com 3,3 milhões de hectares, Canadá com 2,5 milhões de hectares, China com 1,3 milhões de hectares, Austrália com 933 mil hectares e Itália

com 800 mil hectares (Melton et al., 1988; Michaud et al., 1988; Barnes & Sheaffer, 1995; Bouton, 2001; Irwin et al., 2001). O segundo país produtor em área cultivada é a Argentina com 6 milhões de hectares sendo que cerca de 85% dessa área localiza-se na Região Pampeana das quais 38% são estabelecidas como estandes puros e 62% em consorciação com gramíneas temperadas (*Festuca arundinacea* Schreb, *Bromus catharticus* Vahl, *Dactylis glomerata* L., *Phalaris aquatica* L., etc.) (Basigalup, 2000a). Na América do Norte, a utilização de alfafa consorciada nas pastagens tem sido intensificada, e sua incorporação nos sistemas de produção animal, está aumentando (Smith & Singh, 2000).

No Brasil, estima-se em torno de 30 mil hectares distribuídos entre Rio Grande do Sul (80%), Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Basigalup, 2000a; Dall'Agnol & Scheffer-Basso, 2000). Segundo Paim (1994), os maiores problemas para a expansão da alfafa no Brasil são a falta de conhecimento sobre *Medicago* spp., fertilidade baixa dos solos, manejo inadequado, necessidade de irrigação em áreas com problemas de seca, pouca produção de sementes e falta de materiais adaptados às diferentes regiões.

Na Argentina o trabalho de seleção e teste de cultivares de alfafa vem sendo conduzido pelo INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária) desde 1971. O programa do INTA intitulado “Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Alfalfa” foi organizado pela Estación Experimental Agropecuária (EEA) Anguil, La Pampa, e a partir de 1990 incorporou-se a EEA Manfredi, Córdoba, coordenando até hoje a rede e organizando um comitê para a seleção dos materiais que integram cada ensaio. Os ensaios têm duração de 4 anos e uma vez iniciada a dinâmica de avaliação, a cada dois anos são eliminados os ensaios de 4 anos de idade e é estabelecido um novo. Os resultados são informados anualmente através da publicação “Avances en alfalfa”. Desde o início do “Programa Alfalfa” do INTA, vêm sendo avaliados cerca de 200 genótipos de alfafa sob corte e 100 sob pastejo (Hijano & Basigalup, 1995; Rossanigo et al., 1995).

No Brasil, o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL) da EMBRAPA, coordena há oito anos um programa de identificação de cultivares

promissores conhecido como RENACAL (Rede Nacional de Avaliação de Cultivares de Alfafa), onde são avaliados cultivares de alfafa em relação ao cultivar Crioula, considerado como o material mais promissor. O trabalho tem caráter permanente e visa o estudo das introduções sob variadas condições climáticas do Brasil (Botrel & Alvim, 1994; Oliveira, 2001; Ruggieri et al., 2001a).

2.2 A alfafa como recurso forrageiro

A alfafa é uma leguminosa forrageira perene, capaz de produzir por vários anos, desde que sob condições climáticas, edáficas e de manejo adequadas. O hábito de crescimento é geralmente ereto podendo atingir até um metro de altura. Possui folhas trifolioladas, com o peciólulo intermediário mais comprido que os laterais. Os folíolos têm forma variável, arredondada, ovalada ou lanceolada, glabros, com bordas superiores ligeiramente serrilhadas (Burkart, 1952). O sistema radicular é pivotante, com raiz principal profunda e coroa posicionada na região superficial do solo. Essa coroa e as raízes são de extrema importância no processo fisiológico de crescimento de alfafa, uma vez que são locais de armazenamento de reservas orgânicas. É uma das poucas culturas cosmopolitas, sendo capaz de sobreviver desde temperaturas abaixo de -25°C até acima de 50°C (Barnes & Scheaffer, 1995).

A espécie é polimórfica, com formas diplóides e tetraplóides, sendo o número básico de cromossomos $x=8$, o padrão para as espécies perenes. Adapta-se a uma grande diversidade de condições ambientais devido ao complexo *Medicago* que é composto por quatro subespécies de *Medicago sativa*: *sativa*, *falcata*, *glutinosa* e *coerulea*. A fecundação é alógama, com mecanismo de autoesterilidade e autoincompatibilidade, dependendo de abelhas para a polinização, apresentando heterogeneidade genética (Quiros & Baucham, 1988; Basigalup & Hijano, 1995; Dall'Agnol & Scheffer-Basso, 2000). As subespécies mais utilizadas são a. *sativa* apresentando alto potencial produtivo e flores roxas, largamente utilizada para fenação e ensilagem e a ssp. *falcata* de flores amarelas, crescimento rasteiro, com dormência de outono altamente pronunciada, e tolerante às baixas temperaturas (Bouton, 1999).

Os primeiros programas de melhoramento genético de alfafa em nível mundial, foram desenvolvidos utilizando métodos tradicionais de melhoramento, sendo que os esforços iniciais visavam a obtenção de materiais com maior tolerância ao frio e resistência a doenças. Mais recentemente o principal objetivo tem sido o desenvolvimento de cultivares com resistência combinada às principais pragas e doenças, maior persistência e elevado potencial de produção de forragem. Atualmente, tem-se programas de pesquisa direcionados à obtenção de cultivares com maior tolerância ao alumínio e menor risco de timpanismo, destacando-se os esforços na obtenção de cultivares tolerantes ao pastejo (Basigalup & Hijano, 1995; Bouton, 1999; Bouton & Gates, 2000; Dall'Agnol & Sheffer-Basso, 2000, Spitaleri et al., 2001b).

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. Os primeiros cultivares “tipo-pastejo” apresentavam hábito decumbente e baixo potencial de produção de forragem (Smith & Bouton, 1989; Kallenbach, et al., 2002). Segundo Smith et al. (1992), o hábito de crescimento mais prostrado pode estar relacionado com a maior partição dos fotoassimilados para as raízes levando a uma menor produção de forragem. Uma questão levantada com frequência é se a tolerância ao pastejo é conseguida à custa de produtividade da parte aérea. Smith & Bouton (1993) relataram que a tolerância ao pastejo era mais uma característica que poderia ser adicionada a qualquer germoplasma independentemente da sua dormência e sem perdas de produtividade ou de resistência a pragas. Bouton (1999) enfatizou que a tolerância ao pastejo conseguida por meio de seleção sob superpastejo é uma característica independente e passível de ser conseguida juntamente com alta produtividade.

Dentre os cultivares existentes no mercado, o Alfagraze foi desenvolvido como um cultivar tolerante ao pastejo (Bouton et al., 1991). A seleção das linhagens parentais usadas no cruzamento para obtenção do novo material foi feita com base na habilidade dessas linhagens de sobreviver a superpastejo sob lotação contínua (Bouton et al., 1991). O cultivar revelou ser extremamente persistente sob pastejo, possuindo boa produtividade de forragem e de sementes (Smith & Bouton, 1989; Smith et al., 1989;

Smith & Bouton, 1993; Brummer & Moore, 2000; Spitaleri et al., 2001a). Embora o superpastejo não seja uma prática de manejo recomendada para a alfafa, duas foram as razões para a utilização desse método no programa de seleção. Primeiro, o superpastejo submete todas as plantas ao estresse do pastejo (desfolha, pisoteio, dejeções, etc.), sendo o mesmo princípio que aquele utilizado pelos melhoristas na seleção para resistência a pragas. A segunda razão foi que pode haver casos onde o planejamento inadequado ou a necessidade de superutilizar a forragem em algum momento da vida do estande de alfafa, tornam importante que o cultivar seja capaz de sobreviver a esse período de estresse a que for submetido (Bouton, 1999).

A alfafa pode ser cultivada para fins de conservação (feno, silagem, pré-secado), corte ou pastejo, sendo a conservação recomendável para armazenar a forragem produzida durante sua fase mais produtiva. No passado, a produção e conservação da forragem era considerada como um “seguro” contra possíveis emergências que pudessem diminuir a produção de forragem, tais como períodos prolongados de seca, alagamento, temperaturas extremas, ataque de pragas e doenças. Atualmente, nos sistemas de produção animal, a forragem conservada de elevada qualidade é considerada vital, para aumentar a produtividade animal através da taxa de lotação e desempenho elevados.

A principal forma de conservação de alfafa é a fenação. Nos EUA somente 20% são conservados sob a forma de silagem e pré-secado (*haylage*), enquanto 80% sob a forma de feno, dos quais 55% são em fardos retangulares e 25% na forma de rolo. Na Argentina as proporções são semelhantes, mas quando são utilizadas pastagem consorciadas para fenação a forma de fardo que predomina é o rolo (85%) sob a forma retangular (15%). Menores proporções são utilizadas sob a forma de silagem e pré-secado, o que, no entanto é uma prática corrente em outros países, especialmente naqueles cujas condições climáticas dificultam a fenação (Juan et al., 1995). No Brasil, a forma de conservação predominante é a fenação, sendo a produção de silagem de alfafa ainda não muito comum, embora seja possível desde que se atendam certos requisitos como o emurchecimento (Monteiro et al., 1998).

Menor sucesso tem sido conseguido nas pesquisas direcionadas para desenvolver germoplasma de alfafa resistente à acidez do solo e ao alumínio, devido à alta exigência da alfafa em relação ao pH aliada à sua baixa tolerância ao alumínio (Dall'Agnol et al., 1996; Bouton, 1999; Dall'Agnol et al., 2000; Singh et al., 2000; Barone et al., 2002; Rosellini et al., 2002; Sledge et al., 2002). No Brasil, a maior disponibilidade de sementes é de alfafa Crioula. O cultivar foi obtido principalmente por um processo de seleção da natureza, representando uma população adaptada às condições de cultivo vigentes no Rio Grande do Sul. Existem outros materiais que vem sendo testados em ensaios de competição pela RENACAL, com produções similares mas que no entanto tem apresentado problemas de baixa persistência (Dall'Agnol & Sheffer-Basso, 2000; Oliveira, 2001; Ruggieri et al., 2001a; Ruggieri et al., 2001b).

A alfafa apresenta elevada variabilidade em suas características morfológicas, e devido a isso, várias são as classificações que tentam diferenciar os tipos existentes. Algumas baseiam-se na cor das flores, enquanto outras enfatizam a resistência às baixas temperaturas, tipo de crescimento, etc. A classificação utilizada pelos pesquisadores de alfafa nos EUA é aplicável em nível mundial e fundamenta-se numa combinação de características como resistência às baixas temperaturas, dormência hiberna e crescimento outonal (Rossanigo et al., 1995).

A dormência ou repouso hiberna é a condição onde as atividades fisiológicas associadas com o crescimento cessam de maneira reversível (McKenzie et al., 1988). As variedades não dormentes continuam crescendo com as baixas temperaturas do inverno que as dormentes (Romero, 1988). Utiliza-se uma escala FDC (fall dormency classes), onde são listados os cultivares em concordância com o grau de dormência. Antigamente essa escala ia de 1 a 9 (CASC, 1991) mas foi subsequentemente modificada pela Universidade da Califórnia denominando-se FDR (fall dormancy rating), sendo ampliada a escala, agora de 1 a 11 (Teuber et al., 1998a; Teuber et al. 1998b), indicando a preocupação dos melhoristas em explorar a alfafa em condições tropicais.

Podem-se estabelecer características contrastantes entre materiais de diferentes graus de dormência hiberna. Os cultivares com alto grau de dormência (GD) 1 a 5 ou dormência intermédia (GDs 6 e 7), possuem maior tamanho de coroa e número de hastes

por planta quando comparados com cultivares sem dormência (GDs 8 a 11). Outra diferença diz respeito ao crescimento dos hastes. Cultivares com GDs 8 a 11 apresentam hastes eretas e altura aproximada em torno de 70 cm, enquanto os cultivares dormentes (GDs 1 a 5), no início do crescimento, apresentam hastes semi-rasteiras e posteriormente hábito ereto atingindo alturas aproximadas de 85 a 90 cm. Outra característica que os diferencia mesmo quando a produção total anual é semelhante, refere-se à distribuição da produção de forragem ao longo do ano. Cultivares com GDs 8 a 11 produzem forragem no outono e no inverno de regiões subtropicais enquanto que, cultivares com GDs 4 a 6, concentram sua produção de forragem na primavera, sendo mais apropriados para conservação de forragem, e utilizados principalmente em países de clima temperado onde os invernos são rigorosos (Rossanigo et al., 1995). Na Tabela 1 é dado um exemplo das características e aptidões de 5 cultivares de importância econômica.

A alfafa possui grande versatilidade, podendo crescer em regiões semi-áridas até úmidas, mas é exigente em solos profundos, permeáveis, bem drenados e férteis. Morfologicamente adaptada para resistir deficiências hídricas prolongadas, suas raízes podem penetrar no perfil do solo num período curto de tempo, podendo no segundo ano de estabelecida absorver água a mais de dois metros de profundidade. A alfafa tolera a seca mas é muito sensível à falta de oxigenação radicular, em condições de alagamento. A magnitude dos danos nesse aspecto depende do estado fisiológico da planta e da temperatura ambiente. Um alagamento por 36 horas em estado de plântula com temperaturas superiores a 30°C é letal. As plantas adultas em temperaturas mais amenas são capazes de resistir melhor às condições de alagamento (Romero et al., 1995b). Thompson & Fick (1981), observaram em ambiente alagado sintomas fisiológicos de paralisação do crescimento, amarelecimento e queda de folhas a partir da base chegando até a morte e apodrecimento da raiz principal.

Tabela 1. Características de cinco cultivares de alfafa de importância econômica.

RESISTÊNCIA/TOLERÂNCIA A PRAGAS E DOENÇAS														
Cultivar	Origem	GD*	Utilização	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Referências
ABT-805	EUA (1996)	8	Pastejo; feno											
			Silagem	R	-	-	AR	R	MR	MR	MR	AR	MR	(Bouton et al., 1997) (NAAIC, 2002)
Alfagraze	EUA (1990)	2	Pastejo; feno											
			silagem	S	-	S	R	PR	S	MR	MR	-	-	(Bouton et al., 1991) (NAAIC, 2002)
Crioula	Brasil	9	Feno	Incidência de antracnose (<i>Colletotrichum trifolii</i> Bain & Essary); cercosporiose (<i>Cercospora medicaginis</i> Ellis & Everth); ferrugem (<i>Uromyces striatus</i> Schroet). Incidência de pulgões, besouros e cupins Resistência à antracnose, cercosporiose e ferrugem. R a MR a pulgão verde Adaptação a doenças de solo										(Viana et al., 1998; Freitas & Saibro, 1999) (Evangelista & Bueno, 1999) (Botrel et al., 2001) (Oliveira, 2001)
			Pre-secado											
CUF-101	EUA (1997)	9	feno	AR	AR	AR	-	MR	-	S	-	-	-	(Rossanigo et al., 1995)
			silagem											(NAAIC, 2002)
Pioneer 5432	EUA (1986)	4	Pre-secado											
			feno; picado- cortado	-	R	-	AR	MR	R	AR	-	-	-	(Rossanigo et al., 1995) (NAAIC, 2002)

* GD=grau de dormência: GD=1 (totalmente dormente); GD=11 (sem dormência) - (Teuber et al., 1998a; Teuber et al., 1998b).

1-Pulgão-manchado-da-alfafa: *Therioaphis trifolii* Monnell f. *maculata*; 2-Pulgão verde: *Acyrtosiphon pisum* Harris; 3-Pulgão azul: *Acyrtosiphon kondoi* Shinji; 4 -Fusariose: *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp *medicaginis* (Weiner); 5-Fitóftora: *Phytophthora megasperma* Drechs f sp *medicaginis*; 6-Murcha de verticillium: *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier; 7-Murcha bacteriana: *Clavibacter michiganense* subsp *insidiosum*; 8-Antracnose: *Colletotrichum trifolii* Bain & Essary; 9-Nematóide de raiz: *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood; 10-Nematóide do caule: *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev

AR=altamente resistente (>50%); R=resistente (31-50%); MR=moderadamente resistente (15-30%); PR=pouco resistente (6-14%); S= suscetível (<5%); (Rossanigo et al., 1995; Kallenbach et al., 2002)

A falta estacional de água parece ser um dos mais importantes fatores climáticos, limitando a produção de forragens nos trópicos e subtropicais (Cooper, 1970). Para a alfafa, o manejo da água de irrigação deve ser efetuado de forma cuidadosa em todas as fases, tendo em vista que, embora a irrigação seja fundamental para obter altas produtividades, a planta não tolera excesso de água no solo, mesmo que temporário (Costa et al., 1999).

Com o aumento da disponibilidade hídrica no solo, após um ciclo de secagem, o estado hídrico, expresso pelo potencial da água na planta, recupera-se em 90% dentro de 24 horas e a atividade estomática leva de 27 a 32 horas para sua recuperação aos níveis anteriores ao estresse (Hall & Larson, 1982). Na alfafa, as necessidades de água variam com o clima, o cultivar e a fertilidade do solo, sendo a quantidade máxima diária requerida em torno de 1,3 a 15 mm por dia e de 400 a 1900 mm por estação (Barnes & Scheaffer, 1995). Botrel et al. (2001) avaliaram o potencial forrageiro de cultivares de alfafa em área de influência da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais e obtiveram as maiores produções com o cultivar Crioula (13 Mg ha^{-1}) sendo 34,4% superior à produtividade obtida com os outros cultivares ($8,5 \text{ Mg ha}^{-1}$), utilizando irrigação por aspersão com uma frequência semanal de irrigação que correspondeu a uma lâmina d'água de 30 mm. Cunha (1991), reportou que a eficiência de uso de água no período de primavera-verão, para o cultivar Crioula, na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul variou entre os cortes de $3,71$ a $9,59 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, o que corresponderia entre $0,5$ a $1,0 \text{ kg MS m}^{-3}$ de água.

A produtividade da alfafa aumenta linearmente com o fornecimento de água até a capacidade de campo, desde que o solo não apresente impedimento físico e químico, excesso de umidade, alumínio livre e pH baixo (Passos, 1994). A ausência de alumínio é fundamental para o desenvolvimento da espécie e quanto mais corrigido for o perfil do solo, melhor será o desenvolvimento das raízes (Kornelius & Ritchey, 1992). Têm-se verificado produções satisfatórias de alfafa com a elevação do pH de 6,0 a 6,5, o que parece favorecer a nodulação (Andrew, 1976).

Aumentos na acidez do solo provocam diminuição no crescimento do sistema radicular e na absorção dos nutrientes (Marschner, 1995). Da mesma forma, a acidez

do solo promove a lixiviação de nutrientes como potássio e magnésio para as camadas mais profundas do solo. Assim, a calagem torna-se um dos fatores essenciais e prioritários quando da implantação de uma alfafa em solos ácidos. Com essa prática favorece-se a eliminação de formas tóxicas de alumínio e manganês, o suprimento de cálcio e magnésio, e o incremento na atividade microbiana e desenvolvimento das raízes (Fontes, 1994). Deve-se procurar elevar o pH (CaCl_2) do solo a 6 ou mais, a saturação de bases (V %) da ordem mínima de 75 %, o teor mínimo de fósforo na faixa de 20 mg dm^{-3} e o teor de potássio acima de $3,0 \text{ mmolc dm}^{-3}$ (Haddad & Castro, 1999).

A toxidez por alumínio é outro fator de impedimento ao crescimento das plantas, reduzindo a elongação e a proliferação do sistema radicular (Rout et al., 2001). Bouton (1999) relatou que na Geórgia (EUA), a calagem do subsolo promoveu aumentos em torno de 50% na produção de alfafa quando comparado com calagem convencional, indicando o desenvolvimento de um sistema radicular mais profundo devido à redução da toxidez de alumínio no subsolo.

A temperatura e a umidade do solo influenciam nos processos biológicos de decomposição, afetando a disponibilidade dos nutrientes como nitrogênio, fósforo, enxofre e cálcio (Smith, 1971). A fertilidade do solo tem efeito na produção de forragem e na manutenção de altas produtividades ao longo do tempo. Existe demanda contínua por nutrientes durante todo o ciclo de produção da alfafa, mas a intensidade dessa demanda varia em função das condições ambientais e do estado de desenvolvimento da planta, sendo mais elevada no início da rebrota, com os tecidos jovens apresentando maior concentração de nutrientes (Smith, 1962). Apesar disso, são escassas as informações sobre manejo da adubação de alfafa no Brasil, concentrando-se quase que exclusivamente no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Nuernberg et al., 1990).

A alfafa responde linearmente ao aumento nos teores de P e K no solo (Kornelius & Ritchey, 1992; Sutton & Monteiro, 1997; Rassini & Freitas, 1998; Berg et al., 2000; Sarmento et al., 2001). Plantas deficientes em P, apesar de apresentarem elevadas reservas orgânicas, foram incapazes de utilizá-las após o corte, demonstrando o efeito do P no metabolismo de carboidratos (Li et al., 1998).

A disponibilidade de P afeta a distribuição do sistema radicular. Sanderson & Jones (1993), relataram que plantas de alfafa em condições de limitação de P, apresentavam a maior massa de raízes (80%) nos 20 cm superiores do perfil do solo. No entanto, onde havia maior disponibilidade de P as raízes distribuíram-se nos 40 a 50 cm superiores, embora o P aplicado tenha se acumulado nos primeiros 7,5 cm do perfil. Em virtude da baixa mobilidade do P no solo, a colocação do adubo fosfatado junto à semente é fundamental para obtenção de estandes de plantas e crescimento inicial adequados, recomendando-se a colocação das sementes e adubo em compartimentos separados a fim de evitar o contato direto entre ambos. A adubação de reposição de P deve ser feita no início da primavera (Werner, 1986; Čihacek, 1994; Fontes, 1994).

O K é outro nutriente importante para a cultura da alfafa, pois tem ação fundamental no metabolismo, com efeito direto na fotossíntese (Marschner, 1995) e participa na translocação dos carboidratos sintetizados, além de ser um ativador enzimático (Epstein, 1975). A deficiência de K na alfafa, além de afetar o crescimento da planta em si, diminui a nodulação (número e tamanho dos nódulos), afetando a fixação de nitrogênio (Werner, 1986; Mengel & Kirkby, 1987; Lanyon & Griffith, 1988). Na alfafa, o K promove o aumento da resistência da planta ao estresse ambiental e participa na formação de novas hastes na coroa, aumentando a quantidade de hastes por planta, mantendo elevada a produtividade e a persistência, e aumentando a resistência às doenças (Beuselinck et al., 1994; Henning, 2001). A planta de alfafa pode ser considerada bem nutrida, quando contiver um mínimo de K de 26 g kg^{-1} na matéria seca (Haddad & Castro, 1999). Na aplicação de K, recomenda-se fracionar as quantidades, um terço no outono e o restante na primavera (Werner, 1996).

O enxofre tem ação fundamental na síntese das proteínas das leguminosas. Uma das suas funções principais é a conversão do nitrogênio não-protéico em proteína, destacando-se sua importância na formação e desenvolvimento de nódulos, bem como no processo de fixação de nitrogênio. É um dos componentes da nitrogenase, enzima responsável pela fixação do nitrogênio atmosférico nos nódulos (Werner & Monteiro, 1988). Uma das formas mais práticas de corrigir a deficiência de enxofre é fornecê-lo em um adubo nitrogenado e/ou fosfatado que o contenha em sua composição (Werner,

1986). Outra forma é a utilização de gesso agrícola, cuja prática que favorece a movimentação de cátions para a subsuperfície, aumenta o teor de cálcio e magnésio e reduz a toxidez de alumínio no solo. Dependendo das características do solo, não se tem observado movimentação de potássio e magnésio no perfil do solo em níveis que possam trazer problemas de perdas destes nutrientes (Sousa et al., 1996).

O nitrogênio pode estar presente no solo adsorvido a minerais, na matéria orgânica do solo ou em formas pouco disponíveis para a sua absorção pelo sistema radicular, merecendo especial atenção onde a fixação biológica do nitrogênio (FBN) é elevada. Racca et al. (1998), num trabalho de 5 anos na Argentina, em estações experimentais localizadas em cinco regiões geográficas, trabalhando com os cultivares de alfafa, Monarca INTA (GD=8) e Victoria INTA (GD=6), quantificaram a contribuição da FBN, encontrando valores da ordem de 200 a 650 kg ha⁻¹ano⁻¹, em média durante os cinco anos experimentais, em áreas que produziram entre 5 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹ (Barrow, Buenos Aires) até 19,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹ (Rafaela, Santa Fe).

Basigalup (2000b), na estação experimental de Manfredi, Córdoba, trabalhou com os cultivares Monarca INTA (GD=8) e Victoria INTA (GD=6) e não constatou diferenças na FBN entre os cultivares, contribuindo em média com 330 kg ha⁻¹ano⁻¹ de FBN nos 5 anos de avaliação, com produções da ordem de 14 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹. O autor observou, ao longo das estações, uma tendência geral em aumentar o pH (6,2 a 6,5), a disponibilidade de fósforo (35,6 mg dm⁻³ a 41,0 mg dm⁻³) e o nitrogênio total (0,08 % a 0,11 %), embora o cálcio tivesse permanecido praticamente inalterado (em torno de 9,5 mmol_c dm⁻³). Esses dados refletem a capacidade da FBN e a eliminação do uso de fertilização nitrogenada na alfafa, conferindo economicidade ao sistema da pastagem, beneficiando-se com a incorporação desse nutriente (Laidlaw & Teuber, 2001). Embora, em outros países o estudo da FBN faça parte das avaliações de rotina de trabalhos de pesquisa com alfafa, no Brasil poucos são os trabalhos que refletem essa preocupação (Oliveira et al., 2000).

Existe controvérsia quanto à aplicação de nitrogênio em solos deficientes nesse nutriente no cultivo da alfafa. Alguns autores recomendam pequenas doses de nitrogênio na época de semeadura para melhorar as condições de estabelecimento, principalmente

quando o teor de nitrogênio no solo for menor a 15 mg dm^{-3} , ou quando o teor de matéria orgânica menor do que 15 a 20 g dm^{-3} (Fontes, 1994), ou ainda para obter aumentos na produção de forragem (Fontes et al., 1992). Outros relataram não haver nenhum benefício, podendo ainda retardar a nodulação do alfafal, prejudicando o processo simbiótico (Cihacek, 1994; Oliveira et al., 1999). McKenzie et al. (1998) encontraram aumentos na produção total de forragem de alfafais recebendo adubação nitrogenada, embora esses aumentos tenham sido decorrentes do incremento na produção de plantas daninhas. Oliveira (2001) estudando a seleção de cultivares de alfafa utilizando a técnica de variação isotópica do carbono e nitrogênio, observou que a adubação de alfafa com nitrogênio mineral ($450 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) não proporcionou aumento de produtividade e qualidade em comparação a plantas apenas inoculadas com *Sinorhizobium meliloti*. Na maioria dos solos brasileiros, a ausência de estirpes de *Sinorhizobium meliloti* é limitante ao estabelecimento do alfafal, mas, ao mesmo tempo é vantajosa no que se refere à introdução de estirpes de comprovada eficiência, devido à ausência de competição com estirpes nativas de baixa eficiência e de alta competitividade (Oliveira, 2001).

Os micronutrientes são importantes na produção de alfafa, pois afetam processos biológicos importantes como fixação e nodulação. Um dos micronutrientes mais importantes para o processo de fixação de nitrogênio é o molibdênio (Mo), requerido principalmente para a atividade da enzima nitrato redutase (Gupta et al., 2001). A disponibilidade desse elemento para as plantas aumenta com a elevação do pH do solo. Em solos ácidos, mesmo que o Mo esteja presente sua disponibilidade é baixa ou nula. O boro é outro dos micronutrientes essenciais para o desenvolvimento das raízes e pontos de crescimento da planta, influenciando também no tamanho e número de nódulos. Recomenda-se para o sucesso no estabelecimento do alfafal, a aplicação de boro, cobre, molibdênio e zinco (Werner, 1986; Lanyon & Griffith, 1988, Cihacek, 1994; Gupta et al., 2001).

As doenças infecciosas causadas por diferentes patógenos constituem um importante fator na redução da produtividade da alfafa, afetando o estabelecimento do estande de plantas, diminuindo a produção da forragem de cada corte e por sua vez a

persistência do alfafal (Kimati, 1999). Botrel et al. (2001) relataram que houve maior incidência de doenças durante o período das chuvas, provavelmente pelas condições climáticas predominantes nessa época do ano, como temperatura e umidade elevada, que favorecem o desenvolvimento das principais doenças da alfafa (Melton et al., 1988).

A alfafa é suscetível a diferentes patógenos e pragas, como a mancha-de-leptosferulina [*Leptosphaerulina briosiana* (Pollacci) Graham & Luttrell], não detectada ainda em Piracicaba (Kimati, 1999), cercosporiose [*Cercospora medicaginis* Ellis & Everth], ferrugem (*Uromyces striatus* Schroet) e antracnose (*Colletotrichum trifolii* Bain & Essary) verificadas em Minas Gerais e Rio Grande do Sul (Viana et al., 1998; Freitas & Saibro, 1999; Botrel et al., 2001). Nos EUA e Argentina existem linhas de pesquisa desenvolvendo cultivares resistentes a doenças e pragas como nematóide do caule (*Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev), nematóide de raiz [*Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood], fusariose [*Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *medicaginis* (Weiner)], fitóftora (*Phytophthora megasperma* Drechs f. sp. *medicaginis*), murcha bacteriana (*Clavibacter michiganense* subsp. *indiosum*), murcha de verticillium (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthier), entre outros (Barnes & Scheaffer, 1995; Hijano & Pérez Fernández, 1995). Apesar da importância que as doenças possuem na cultura de alfafa e serem alvo de estudo e pesquisas nos principais países produtores, no Brasil esses ainda são incipientes circunscrevendo-se a poucos grupos de pesquisa, ressaltando a merecida atenção que se deve ter em obter cultivares resistentes como principal medida de controle (Dall'Agnol & Scheffer-Basso, 2000).

Evangelista & Bueno (1999), enfatizaram que os principais problemas das pragas nos alfafais são ocasionados pelos pulgões, lagartas e besouros, sendo os afídeos considerados pragas-chave. O principal método de controle é o emprego do manejo integrado de pragas, levando-se em conta a ocorrência de inimigos naturais e polinizadores, podendo o controle químico provocar desequilíbrios nesse ambiente, com consequências muitas vezes desastrosas sob o ponto de vista de eficiência no controle de pragas.

2.3 Respostas morfofisiológicas da alfafa à desfolha e suas implicações na produtividade e persistência

A radiação solar é de fundamental importância como fonte de energia para o desenvolvimento de todas as plantas superiores, por sua importância na fotossíntese e por correlacionar-se direta ou indiretamente com diversos processos ligados ao crescimento (Gardner et al., 1985). O acúmulo de massa em plantas forrageiras é resultante de interações complexas entre atributos genéticos e de ambiente os processos fisiológicos e características morfológicas na determinação da produtividade (Da Silva & Pedreira, 1997).

O manejo da pastagem deve ser realizado tendo como um dos objetivos a obtenção de rebrotas vigorosas após cada colheita da forragem (Hodgson, 1990; Corsi et al., 1994). 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 realizadas pelas folhas, que variam em função de alguns fatores como IAF, IL, arquitetura e eficiência foliar.

Várias são as características morfológicas que estão envolvidas na interceptação da luz pelos vegetais. Algumas correspondem a aspectos relacionados com a organização espacial das folhas, que pode ser caracterizada pela densidade de cobertura foliar, distribuição horizontal e vertical entre as folhas e pelo ângulo foliar. Outras, correspondem àquelas relacionados com aspectos funcionais que dependem de fatores da planta e do ambiente como: idade, tipo e tamanho das folhas (Bernardes, 1987).

Brougham (1957) mostrou que para obter máxima produtividade de forragem, é essencial que 95% da luz incidente deve ser utilizada pelo tecido fotossintético. Ludlow (1978) ponderou que reduções apreciáveis no crescimento de plantas individuais e da pastagem, tanto tropicais quanto temperadas, são devidas ao sombreamento, à diminuição da radiação solar que penetra no perfil do dossel, ou à ocorrência de dias nublados. Segundo Loomis & Williams (1969) a morfologia do dossel afeta tanto a distribuição da luz dentro da população de plantas como a circulação de ar, afetando os

processos de transferência de CO_2 e evapotranspiração. Portanto a arquitetura do dossel vegetativo é fundamental à interceptação luminosa pelas plantas e, provavelmente a característica mais importante que determina sua habilidade competitiva pela luz é a altura (Haynes, 1980). Pequenas diferenças em altura podem ter grandes efeitos na competição por luz, pois uma diferença mínima é suficiente para uma folha sobrepor-se a outra.

O IAF é definido como a relação entre a área foliar (uma face da folha) e a área do solo que essas folhas ocupam. Este conceito foi desenvolvido por Watson (1947), possibilitando um melhor entendimento das relações entre a interceptação luminosa e o acúmulo de massa seca nas plantas. Brown & Blaser (1968), destacaram a importância do conceito de IAF no desenvolvimento e manejo da pastagem, como uma ferramenta capaz de facilitar o entendimento das relações entre as propriedades físicas e fisiológicas da comunidade vegetal. Esses autores demonstraram que a importância do IAF na taxa de crescimento da forragem está relacionada à IL. Em geral elevações nos valores de IAF determinam aumentos na IL e, conseqüentemente, nas taxas fotossintéticas da comunidade vegetal (Da Silva & Pedreira, 1997).

Têm-se observado valores elevados de IAF em cultivares de alfafa e, nos primeiros cortes, seguidos de diminuição nos cortes subsequentes. Heichel et al. (1988) mediram valores de IAF em torno de 4 a 6 no início da estação de crescimento, chegando até 1 no último ciclo de crescimento. Nos EUA Fuess & Tesar (1968) conduziram um experimento de alfafa com o cultivar Vernal, estudando as possíveis causas na diferença de produção de forragem, quando esse cultivar foi submetido a 2 ou 3 cortes, dentro da mesma estação de crescimento (início de Abril). Os autores registraram produção 17% maior com 3 cortes do que com 2 cortes, com IAF de 5,44 no primeiro corte, ao final do estágio vegetativo, estimando perdas de 460 kg ha^{-1} a cada redução em uma unidade do IAF.

Muitas das variações entre a rebrota dos cultivares podem ser devidas às diferentes velocidades de expansão da área foliar durante a primeira semana após desfolha, o que é ilustrado no estudo de Leach (1969). Com o cultivar Lodi, Avice et al. (1997a) obtiveram valores de IAF de 2,8 e 1,8 aos 14 dias de rebrota, após cortes

realizados aos 45 e 30 dias de crescimento vegetativo respectivamente, enquanto o cultivar Europe apresentava IAF de 0,8 para ambos os tratamentos. Os autores enfatizaram que o maior IAF do cultivar Lodi, favoreceu a obtenção de maior acúmulo de forragem, apresentando maior quantidade de reservas de amido e nitrogênio aos 21 dias de rebrota.

A recuperação de uma pastagem após desfolha, seja por corte ou pastejo, é influenciada basicamente por características morfofisiológicas próprias da espécie forrageira, sendo as principais a área foliar remanescente, os teores de carboidratos não estruturais e reservas nitrogenadas, bem como o número de gemas ou pontos de crescimento de onde poderá se iniciar a rebrota.

Tradicionalmente, as orientações sobre manejo do alfafal estiveram apoiadas na utilização de substâncias orgânicas, principalmente carboidratos não estruturais acumulados nas raízes e coroa. A observação de que depois da desfolha ocorria redução nos teores de carboidratos, serviu de fundamento para admitir-se que os mesmos estariam sendo mobilizados para atender ao novo crescimento. Esse foi o princípio básico defendido pela escola norte-americana, liderada por Graber et al. (1927), como um critério seguro para determinação de práticas de manejo com plantas forrageiras. Graber (1931) demonstrou ser o nível de reservas no momento do corte o maior responsável pela produtividade de uma espécie forrageira, enfatizando que a redução dessas reservas na alfafa é devido à frequência dos cortes. Posteriormente, postulou-se que a recuperação de plantas desfolhadas dependeria da área foliar remanescente (tecido fotossintético que permanece após o corte ou pastejo), como foi demonstrado por Brougham (1956).

Embora existam na literatura numerosos trabalhos sobre teores de reserva e índice de área foliar interrelacionados com a rebrota de plantas forrageiras, até os dias atuais há controvérsia sobre o que seria mais importante para o manejo de espécies forrageiras. Jacques (1973) defendeu que não é possível separar os dois assuntos, uma vez que as diferenças de critérios sobre a importância das reservas e o índice de área foliar, são devidas principalmente à espécie vegetal e ao modo de utilização da planta forrageira (Pedreira, 1995).

Segundo Brougham (1957), as reservas orgânicas assumem grande importância na rebrota quando a área foliar remanescente é reduzida, ou ainda, quando a eficiência fotossintética daquelas folhas é baixa, sendo também importantes em condições ambientais de extremos climáticos como seca ou baixas temperaturas. Blaser et al. (1986) relataram que a flutuação nas concentrações de açúcares na base da planta é regida pela dinâmica entre respiração e fotossíntese. Assim, com o rápido crescimento da parte aérea e raízes, se a área foliar remanescente é pequena, essas concentrações de carboidratos são reduzidas. 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 às espécies indesejáveis.

A eliminação de hastes e folhas através de cortes ou pastejos em momentos inadequados afeta não somente a produção como também a persistência do alfafal. Existem duas populações diferenciadas de hastes na alfafa, aquelas originadas de gemas da coroa, dando origem a hastes da coroa e outras de gemas axilares de hastes remanescentes, que são as hastes axilares (Romero et al., 1995a). Singh & Winch (1974) concluíram que a rebrota após o corte, quase sempre é originada pelas gemas axilares de hastes remanescentes, embora, dependendo da severidade da desfolha a reposição de hastes (mais lenta) seja feita a partir das gemas basilares.

Juan (1989) verificou que o número de hastes axilares após o corte foi maior que o de hastes da coroa, mas com o avanço da idade da planta muitas dessas morreram. O autor observou também que a proporção de hastes da coroa aumentou com o estágio de desenvolvimento da alfafa, sendo o aporte produtivo maior quando comparado com os das hastes axilares, enfatizando que a proporção de uns e de outros depende do estágio de maturidade da planta no momento do corte da rebrota anterior. 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. Os cultivares diferem na proporção de hastes que reiniciam o crescimento após o corte ou pastejo, sendo inversa a relação entre o número de hastes e o tamanho das mesmas (Leach, 1968; 1970).

Gosse et al. (1988) afirmaram que a contribuição da rebrota a partir de gemas axilares, para a interceptação da radiação e produção de forragem foi limitada, sendo em torno de 30%, enquanto que a rebrota proveniente de gemas da coroa interceptou cerca de 60 a 76% da radiação incidente. No entanto, a rebrota proveniente de gemas axilares próximas a coroa, pode ter um papel importante devido à sua rápida recuperação após o corte, principalmente no período em que o desenvolvimento da área foliar é o principal fator limitante ao crescimento (Leach, 1968; Monteiro, 1989).

Monteiro et al. (1999), num experimento realizado em Piracicaba com dois cultivares de alfafa (Crioula e CUF-101) e semeados em vasos a céu aberto, observaram no aparecimento das brotações que mais de dois terços dos brotos surgiram nas duas primeiras semanas após o corte, independentemente da frequência do corte e da intensidade de desfolha. Os autores ressaltaram que cortes menos intensos (7cm vs. rente ao solo), são favoráveis, por explorarem a capacidade fotossintética da área foliar remanescente e das brotações no momento do corte. Jacques (1976) obteve com alfafa Crioula maiores produções de massa seca com cortes realizados a 7,5 cm, em relação a 2,5 cm, independentemente do estágio de desenvolvimento.

Visando determinar o efeito do estágio de desenvolvimento e da altura de corte sobre a flutuação estacional dos teores de carboidratos não estruturais, Costa & Saibro (1994) observaram, no cultivar Crioula, maior teor de carboidratos não estruturais em cortes praticados com as plantas em estágio vegetativo e a 10 cm do nível do solo, do que aquelas cortadas a 5 cm. Herling et al. (1998) observaram no cultivar Crioula, com cortes praticados em três estágios de florescimento (0, 50 e 100%), e amostragens de plantas realizadas aos 0, 20 e 27 dias após o corte, diminuição nos teores de carboidratos não estruturais no sistema radicular a partir das primeiras amostragens, restabelecendo os níveis de carboidratos aos 27 dias da rebrota. Os teores de carboidratos não estruturais no sistema radicular foram maiores que na base do caule.

Existe controvérsia sobre qual o quais fatores são os mais importantes para assegurar a rebrota e persistência do alfafal. Alguns autores postulam que é mais importante a frequência, para assegurar um nível adequado de reservas nas raízes, do que considerar a altura remanescente (Romero et al., 1995a). Cortes menos frequentes

estimulam maior número de brotações basais, promovendo rebrotas rápidas. Entretanto a frequência de desfolha excessivamente baixa induz ao maior desenvolvimento dessas brotações e, nessa situação cortes ou pastejos “tardios”, podem provocar a perda de vigor das plantas (Bariggi & Romero, 1986). De acordo com Volenec et al. (1996), apesar de numerosos trabalhos relacionarem o efeito dos carboidratos não estruturais com a rebrota e a persistência do alfafal, muitos deles levam à confusão, pois associam com outros fatores relacionados ao manejo inadequado, que além de reduzir o nível de carboidratos, alteram os processos fisiológicos da planta.

Em anos recentes, a pesquisa tem se voltado para estudos investigando a importância do teor de nitrogênio na alfafa, alguns trabalhando com isótopos estáveis, outros utilizando eletroforese, para a identificação de aminoácidos ou proteínas envolvidas na formação de tecidos após a desfolha. Esses estudos têm verificado que as reservas de nitrogênio estão intimamente relacionadas com a rebrota inicial e com a tolerância às baixas temperaturas, existindo mobilização de compostos nitrogenados nos órgãos de reserva, com os carboidratos assumindo importância secundária nesse processo (Kim et al., 1991; Hendershot & Volenec, 1993; Ourry et al., 1994; Volenec & Nelson, 1995; Avice et al., 1996; Volenec et al., 1996b; Avice et al., 1997a; Avice et al., 1997b; Skinner et al., 1999; Noquet et al., 2001; Gastal & Lemaire, 2002; Justes et al., 2002). Apesar disso, é importante destacar que, a importância relativa dos compostos nitrogenados em comparação aos carboidratos de reserva, não deve ser confundida com a maior importância do nitrogênio em relação ao carbono.

Avice et al. (1996) observaram na alfafa, maior mobilização do carbono armazenado em órgãos de reserva (73%) em comparação ao nitrogênio (34%), após 30 dias de rebrota. A maior parte do nitrogênio marcado foi utilizado para a rebrota de tecidos foliares enquanto que, a maioria do carbono mobilizado foi perdido, principalmente como CO₂ na respiração de raízes (61%) ou parte aérea (8%). Os autores constataram através de análises isotópicas de diferentes frações químicas dos tecidos vegetais que entre 14 e 58% do carbono encontrado nas brotações, estavam ligados à mobilização de componentes nitrogenados e não a carboidratos exclusivamente.

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 de alguma forma semelhante ao pastejo muito intenso sob lotação rotacionada. No primeiro terço do período do pastejo, os animais despontam os ápices e as folhas, sendo a desfolha gradual (Cosgrove & White, 1990a; Hodgson 1990). Maior área foliar após o pastejo permite reduzir a necessidade de armazenar e mobilizar reservas para a rebrota seguinte (Pedreira et al., 2000). Além do pastejo diferir do corte no que diz respeito à desfolha, ele introduz também novos fatores como a compactação do solo, o pisoteio e a desfolha seletiva, afetando a produção e persistência do alfafal.

Tem-se verificado que o uso da alfafa sob lotação contínua freqüentemente resulta em perda de vigor, morte prematura de plantas e conseqüentemente, menor produção de forragem (Counce et al., 1984; Bariggi & Romero, 1986; Romero, 1988; Romero et al., 1995b). O tempo requerido para a deterioração do alfafal se manifestar sob lotação contínua, depende de fatores como cultivar, condições climáticas e do solo, ataque de pragas e doenças, comprimento do ciclo da estação de crescimento e pressão de pastejo.

Em experiências realizadas na Região Pampeana da Argentina, demonstrou-se que, apesar do uso de cultivares adaptados à região e com baixa taxa de lotação, a alfafa persistiu somente 3 anos sob lotação contínua. As desfolhas freqüentes das plantas a que foram submetidas sob lotação contínua provocaram perda de vigor dos estandes, reduzindo o tamanho do sistema radicular, acelerando o processo de morte das plantas em condições de seca, sob ataque de pragas ou doenças, e geadas intensas. (Bariggi & Romero, 1986; Romero, 1988; Romero et al., 1995a). Num intervalo muito curto de tempo, sob lotação contínua e altas taxas de lotação, o retorno dos animais à mesma comunidade de plantas dentro da pastagem, provoca o aparecimento de áreas super e subpastejadas, levando à degradação do alfafal (Corsi et al., 1999).

Dependendo do nível de intensificação do produtor de leite na Argentina, têm-se usado na alfafa, o método de lotação rotacionada com mudanças de faixa de algumas horas até um dia de aproveitamento. O maior inconveniente desse tipo de manejo é que se trabalha com taxa de lotação instantânea elevada, podendo afetar a persistência do

alfafal (Comerón, 1994; Romero et al., 1995a). Ampliando o período de ocupação de 1 para 5 dias, foi possível reduzir a taxa de lotação instantânea sem afetar a taxa de lotação média, não variando a produção média de leite e nem a eficiência de utilização da pastagem. Nesse estudo, observou-se que o nível crítico no decréscimo da produção de leite seria aquele em que a produção da vaca, no último dia de utilização do piquete, fosse equivalente a 85% da produção observada no primeiro dia de pastejo (Corsi et al., 1999).

As vantagens da lotação rotacionada sobre a lotação contínua na alfafa, são devidas principalmente a que o primeiro método, “garante períodos de descanso” da planta, tendo elevada produção e maior persistência, assim como é possível controlar melhor a qualidade da forragem a ser consumida pelo animal, a altura de desfolha e as perdas de forragem (Bariggi & Romero, 1986; Comerón, 1994; Romero et al., 1995a; Lemaire Chapman, 1996; Hodgson & Da Silva, 2002).

A persistência do alfafal não apenas é prejudicada quando submetida à lotação contínua, mas também quando é utilizada em pastejos freqüentes (Van Keuren & Matches, 1988). Romero (1988) observou no cultivar Painé INTA, os efeitos do mau manejo (cortes freqüentes a cada 21 dias ou lotação contínua), obtendo diminuição de 30% da produção de forragem, mas sem afetar o estande de plantas. O autor ressaltou que os cultivares tipo pampeano (Painé INTA) são mais tolerantes ao mau manejo no que se refere à persistência, mas produzem menos. Observou ainda que os cultivares não dormentes, CUF 101 e WL-508, não toleraram um manejo inadequado, perdendo plantas e produção de forragem rapidamente.

Spada & Mombelli (2000a; 2000b), avaliaram a produção e persistência de 12 cultivares de alfafa (6 cultivares com dormência intermédia e 6 cultivares não dormentes) submetidos a corte e ao pastejo, de 1996 a 1999. Os cortes e os pastejos foram realizados quando a alfafa estivesse com 10% de floração. Escolheu-se 7 dias como período de pastejo ajustando as freqüências com as taxas de acúmulo de forragem. Os autores não observaram interação entre cultivar e método de desfolha obtendo 70% de persistência de plantas em cultivares com dormência intermédia e 65% em não dormentes, ao longo de 3 anos de avaliação.

Na Argentina, na maioria dos sistemas de produção de leite a pasto, a modalidade de pastejo rotacionado utilizada é em faixas ajustadas, como preconizado pela Estación Experimental INTA Rafaela (Santa Fé). O primeiro fator que consideram para que os animais manifestem seu potencial de produção é a oferta de forragem (OF), que é calculada em base na massa de forragem ofertada por animal e por dia ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e a superfície oferecida ($\text{m}^2 \text{ vaca}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Consideram um nível médio de OF em torno de 28-30 $\text{kg MS vaca}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (ao redor de 5,5% do peso vivo do animal), para obter o máximo consumo de forragem e conseqüentemente a máxima produção de leite por animal. Com esses níveis de OF a eficiência de utilização da forragem (proporção ingerida em relação à proporção ofertada) está ao redor de 50-55%. Trabalhar com esses níveis de eficiência de utilização (EU) significa grande desperdício de forragem e baixa produção por hectare. Após numerosos trabalhos concluiu-se que, para obter o melhor equilíbrio entre produção por vaca e por hectare, o nível de OF deveria estar ao redor de 1,5 vezes o consumo máximo esperado, que corresponderia a 20-22 $\text{kg MS vaca}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ou 4% do peso vivo do animal, atingindo uma EU de 70% (Comerón 1994).

Em sistemas de produção pastoris, o nível de OF tem efeito direto sobre o desempenho animal, enquanto que em sistemas com dietas mais complexas, o mesmo terá incidência nos efeitos de adição e/ou substituição dos alimentos participantes da dieta (Hodgson, 1990; Castillo & Gallardo, 1995). Castillo et al. (2001) pesquisaram o efeito da suplementação com grão de milho com vacas em lactação pastejando alfafa e obtiveram uma taxa de substituição de 0,66 $\text{kg MS da alfafa por kg de concentrado}$, e uma resposta linear na produção de leite, que foi em torno de 0,936 a 1,173 $\text{kg de leite por kg de concentrado}$ no primeiro e segundo ano, respectivamente.

Há uma “lacuna” de conhecimento a ser preenchida referente à utilização da alfafa sob pastejo em sistemas intensivos de produção nos trópicos, tornando-se necessário gerar informações relevantes. O presente estudo foi conduzido para caracterizar o desempenho produtivo e os determinantes morfofisiológicos da persistência de genótipos de alfafa em resposta a método de pastejo. É esperado que os resultados obtidos sirvam de utilidade para pesquisas futuras assim como guia para o

manejo da espécie sob pastejo, podendo ter um impacto significativo sobre a indústria pecuária do Brasil Central e de outras áreas tropicais e subtropicais.

3 DESEMPENHO PRODUTIVO DE GENÓTIPOS DE ALFAFA EM RESPOSTA A MÉTODO DE PASTEJO

Resumo

No Brasil, a alfafa (*Medicago sativa* L.) é utilizada quase que exclusivamente para fenação sendo a prática de pastejo praticamente desconhecida. Existe a necessidade de pesquisa com as novas introduções de cultivares de alfafa quanto à capacidade produtiva e adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil Central quando submetidas a pastejo. De março de 2001 a fevereiro de 2002 foi estudado o efeito do método de pastejo sob o acúmulo de forragem total (AFT), o índice de área foliar (IAF) e a interceptação luminosa (IL) de cinco genótipos de alfafa num Kandiudalfic Eutrudox. O trabalho foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas (split-plot), com 10 tratamentos e 6 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Nas parcelas foi alocado o fator de tratamento relativo ao método de pastejo (“lotação contínua”, simulada por desfolhas semanais, e “lotação rotacionada” com desfolha a cada 4 semanas na primavera-verão e a cada 6 semanas no outono-inverno). Nas sub-parcelas foram alocados os cinco genótipos de alfafa com diferentes aptidões agrônômicas em termos de dormência, adaptação local e tolerância ao pastejo (ABT-805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432), submetidos a 295 dias de pastejo e sob irrigação. ABT-805 foi o cultivar mais produtivo sob lotação contínua ($26,6 \text{ Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) e no pastejo rotacionado ($18 \text{ Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) e quem teve o maior IAF médio (2,1) e o máximo valor de IL

médio (53%) ao longo do experimento, sob lotação rotacionada. O cultivar Alfagrazee, apesar de ser um dos menos produtivos sob lotação rotacionada ($13,3 \text{ Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) foi semelhante em produção ao ABT-805, sob lotação contínua ($26,3 \text{ Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$), com IL média de 47% e valores médios de IAF de 1,1 e 1,8 para a lotação contínua e rotacionada, respectivamente. Pioneer 5432 situou-se numa condição intermediária, com IL média de 49%, com AFT de 24,3 e 15,3 $\text{Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ e valores médios de IAF de 0,98 e 1,76 para a lotação contínua e rotacionada, respectivamente. Durante o período experimental 70,2% foi considerado verão e 29,8% inverno. Sob lotação contínua, os aúmulos de forragem de verão (AFV) foram distribuídos em torno de 72% para ABT-805 e Alfagrazee, 68% Pioneer 5432 e 63,6% para Crioula e CUF-101. Sob lotação rotacionada foi de 82% para Pioneer 5432, 80,7% para ABT-805, Crioula e CUF-101 e 79,7% para Alfagrazee. Com relação ao acúmulo de forragem de inverno (AFI) o desempenho dos cultivares foi semelhante sob lotação contínua, com produtividade em torno de 7 e 8 Mg MS ha^{-1} . Sob lotação rotacionada foi em torno de 3,5 Mg MS ha^{-1} para ABT-805, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432 e de 2,7 Mg MS ha^{-1} para Alfagrazee. O cultivar ABT-805 teve o melhor desempenho produtivo sob pastejo nas condições edafo-climáticas locais.

Summary

In Brazil, alfalfa (*Medicago sativa* L.) is used almost exclusively as a hay crop with no reports of its use under grazing. Research is needed in order to assess the potential for use of local and imported alfalfa genotypes under grazing, quantifying their yield potential and persistence in central Brazil. The total annual forage production, seasonal herbage accumulation, leaf area index (LAI) and light interception (LI) of five alfalfa genotypes in response to grazing method was studied from March 2001 to February 2002 on a Kandiu alfalfa Eutradox in Piracicaba, SP, under irrigation. In a mob grazing study, laid out as a randomized complete block design and six replications, treatments included all possible combinations two grazing methods as a main plot factor (rotational stocking simulated by grazings every four weeks in the "warm rainy season"

and six weeks during the "cool dry season" and continuous stocking simulated by weekly grazings throughout the experimental period) and five alfalfa genotypes as subplot factor. Subplots were sown with genotypes with contrasting agronomic characteristics in terms of their dormancy, origin, and grazing tolerance (ABT 805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 and Pioneer 5432), and grazed down to a 7 cm stubble on every grazing event, for 295 days. ABT-805 was the highest yielding genotype both under continuous ($26.6 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) and rotational ($18 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) stocking. It also had the highest mean LAI (2.1) and mean LI (53%) throughout the experimental period under rotational stocking. Alfagraze, although among the lowest yielding genotypes under rotational stocking ($13.3 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$) sustained similar total forage accumulation to that of ABT-805 under continuous stocking ($26.3 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$), with a mean 47% LI and mean LAI between 1.1 and 1.8 for continuous and rotational stocking, respectively. Pioneer 5432 responded with a mean 49% LI, total seasonal herbage accumulation of 24.3 and $15.3 \text{ Mg DM ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ and mean LAI of 0.98 and 1.76 under continuous and rotational stocking, respectively. Of the total length of the experimental period, 70.2% was considered "summer" and 29.8% "winter". Under continuous stocking, the summer forage accumulation as a proportion of total annual accumulation was 72% for ABT-805 and Alfagraze, 68% for Pioneer 5432, and 63.6% for Crioula and CUF 101. Under rotational stocking, summer forage accumulations were 82% of the total in Pioneer 5432, 80.7% in ABT-805, Crioula, and CUF 101, and 79.7% in Alfagraze. Under continuous stocking, "winter" forage accumulation was similar (around 7.5 Mg ha^{-1}) across genotypes, but variable under rotational stocking (around 3.5 Mg ha^{-1} for ABT-805, Crioula, CUF 101, and Pioneer 5432, and 2.7 Mg ha^{-1} for Alfagraze). ABT-805 was the most productive genotype with the highest total annual forage yield across grazing methods, under the conditions of this trial.

3.1 Introdução

No Brasil, a maior parte da produção de leite e carne a partir de ruminantes baseia-se na utilização de pastagens, por ser esta a forma mais econômica de fornecer

alimento aos animais. Os índices de produtividade animal nas pastagens brasileiras ainda são, no entanto, considerados muito baixos, em consequência da baixa produtividade e qualidade das espécies forrageiras utilizadas, baixo potencial produtivo do rebanho, pastagens degradadas, baixo nível tecnológico das explorações e baixo rendimento da atividade, com a conseguinte redução da capacidade de investimento por parte dos produtores na modernização da atividade (Pereira, 2002). Maiores retornos econômicos podem ser obtidos em situações em que as produções por animal e por área sejam elevadas e a relação custo/benefício do uso da tecnologia seja favorável. A baixa produtividade das pastagens tropicais durante o “inverno” no Brasil Central é uma das causas que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos. Desse modo espécies de alto potencial forrageiro como a alfafa, podem ser opções para melhorar o desempenho animal, pois associam elevada produção com alto valor nutritivo, possibilitando maiores taxas de lotação, e aparecendo como alternativas para explorar sistemas tropicais que tenham menor dependência da utilização de grãos ou concentrados (Corsi et al., 1999).

A alfafa é atualmente cultivada em aproximadamente 30.000 hectares no Brasil (Basigalup, 2000a) com produtividade média em torno de 15 a 20 Mg ha⁻¹ (Oliveira et al., 2001; Da Silva et al., 2002; Botrel et al., 2002b; Ruggieri et al., 2002), sendo atribuídas as maiores dificuldades para a expansão da mesma, ao desconhecimento do cultivo, à falta de materiais adaptados às diferentes regiões, fertilidade do solo e manejo inadequados (Paim, 1994), como também a inexistência de cultivares adaptados às condições tropicais (Lédo et al., 2002).

O cultivar Crioula, considerado como material nacional mais promissor é o mais utilizado, embora, existam outros materiais que vêm sendo testados pela RENACAL, com produtividades similares ou superiores, embora ainda hajam problemas de persistência (Dall’Agnol & Scheffer-Basso, 2000; Oliveira, 2001; Botrel et al., 2002b; Da Silva et al., 2002; Ruggieri et al., 2002). O programa de melhoramento da EMBRAPA Gado de Leite, obteve uma população de Crioula CNPGL 1 que apresenta boa adaptação às condições edafoclimáticas da região da Zona da Mata, de Minas Gerais, situando-se entre os genótipos mais produtivos (Botrel et al., 2002a).

A produção de alfafa no Brasil é direcionada preferencialmente para a fenação. A maioria das pesquisas reportadas na literatura foram conduzidas com alfafa sob corte, sendo escassos os estudos de alfafa sob pastejo. Oliveira et al. (2001) trabalharam com 12 cultivares de alfafa, durante dois anos (20 cortes sucessivos), realizando quatro pastejos de curta duração (1 a 2 dias) com taxa de lotação de 40 UA ha⁻¹. Alguns cultivares (Crioula Chilena, UC-Cibola, Mecca, Mecca II e Pioneer 5312) mantiveram os níveis de produção, sem ter reduzido o número de coroas (Crioula Chilena) e o número de hastes (Pioneer 5312). Outros (Crioula Brasileira, Victoria, Moapa 69, WL 516, WL 605 e Pioneer XA132) apresentaram, no decorrer do ensaio, queda acentuada na produção de forragem, no decorrer do ensaio.

Dentre os cultivares existentes no mercado, o Alfagraze foi desenvolvido para tolerância ao pastejo (Bouton et al., 1991), possuindo boa produtividade de forragem e de sementes (Smith & Bouton, 1989; Smith et al., 1989; Smith & Bouton, 1993; Brummer & Moore, 2000, Spitaleri et al., 2001a), mas cujo desempenho produtivo nas condições tropicais é pouco conhecido. Existe a necessidade de pesquisa, tanto dos materiais locais como das novas introduções de cultivares de alfafa, quanto a capacidade produtiva e adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil Central, sob pastejo. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo o índice de área foliar e a interceptação luminosa de cinco cultivares de alfafa sob pastejo e irrigação, num ambiente tropical.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil, localizado a 22° 42’ 30” S, 47° 38’ 00” W e 546 m de altitude. O período experimental foi de 31 de março de 2001 a 19 de janeiro de 2002, com duração de 295 dias. O experimento foi realizado utilizando-se a técnica de “mob-grazing” seguindo um delineamento em blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas (split-plot), com 10 tratamentos e 6 repetições, totalizando 60

unidades experimentais. Nas parcelas foram alocados os fatores de tratamento relativo ao método de pastejo (“lotação contínua”, simulada por desfolhas semanais, e “lotação rotacionada” com desfolha a cada 4 semanas na primavera-verão e a cada 6 semanas no outono-inverno). O pastejo era encerrado sempre que a altura média do dossel atingia 7 cm. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Eutroférico típico (EMBRAPA, 1999) ou Kandiuclalfic Eutradox (Soil Survey Staff, 1990). Em fevereiro de 2000 foi feito o preparo do solo, após a análise de terra não ter indicado a necessidade de correção (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise química de terra da área experimental.

Amostra	PH (Cl ₂ Ca)	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca mmol _c dm ⁻³	Mg mmol _c dm ⁻³	H+Al	S	T	V %
0-20	6,3	40	88	9,6	103	34	20	147,1	166,8	87
20-40	6,2	29	64	8,1	88	29	22	125,2	146,9	85

Para descompactar o solo foi utilizado um escarificador e em seguida a área foi arada e gradeada, e destorroada com duas passadas de enxada rotativa, para que fosse obtida uma estrutura do solo adequada para a semeadura e por último foi passado o rolo compactador formando assim a cama de sementes.

O clima de Piracicaba é classificado como Cwa, isto é, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco, onde a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa os 22°C (Brasil, 1960). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados no posto meteorológico do Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ localizado a cerca de 1000 m da área experimental. (Figura 1 e Tabela 2).

Figura 1 - Distribuição da temperatura média durante o período experimental comparada com a média dos últimos 84 anos (1917-2001).

Tabela 2. Precipitação total e temperaturas médias mensais do ar (máxima, mínima e média) durante o período experimental.

Mês	Precipitação Total	Temperatura		
		Máxima média	Mínima média	Média
	----- mm -----	----- °C -----		
Março/2001	274,60	31,45	19,34	25,45
Média (84 anos)	144,74	31,45	18,22	24,09
Abril/2001	24,10	30,00	17,58	24,68
Média (84 anos)	63,13	31,77	15,40	21,87
Maio/2001	60,60	28,40	12,85	19,16
Média (84 anos)	52,90	25,44	12,10	19,08
Junho/2001	19,90	26,10	11,90	18,52
Média (84 anos)	43,21	25,13	10,34	17,63
Julho/2001	27,20	24,96	10,19	17,70
Média (84 anos)	27,12	25,21	9,53	17,38
Agosto/2001	44,20	25,27	12,45	20,22
Média (84 anos)	30,46	28,00	11,02	19,18
Setembro/2001	48,40	27,34	14,73	21,44
Média (84 anos)	63,50	28,14	13,40	20,72
Outubro/2001	173,30	28,05	16,12	22,79
Média (84 anos)	111,06	29,47	15,60	22,27
Novembro/2001	152,40	30,69	18,69	24,69
Média (84 anos)	130,65	29,58	16,71	23,11
Dezembro/2001	204,20	29,23	18,71	23,97
Média (84 anos)	200,99	29,62	18,17	23,88
Janeiro/2002	320,20	29,77	19,33	24,57
Média (84 anos)	225,58	29,98	18,95	24,43

Fonte: ESALQ, Departamento de Ciências Exatas (Novembro 2002)

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados. Cada bloco possuía uma área de 147 m² (7 x 21 m), dividido com cerca elétrica em duas parcelas de 73,5 m² (7,0 x 10,5 m). Nas parcelas foram alocadas os métodos de pastejo (lotação contínua ou rotacionada). Em cada parcela havia cinco sub-parcelas de 14,7 m²

(2,1 x 7,0 m), às quais foram alocados os cultivares. Os cultivares foram escolhidos de modo a representar uma gama de combinações entre 3 fatores que afetam o desempenho das plantas (Tabela 3). Embora a adaptação às condições climáticas locais não tenha sido avaliada, assumiu-se que era variável entre cultivares com Crioula sendo o único material amplamente utilizado nas condições do Brasil Central. A adaptação dos materiais importados não fora previamente avaliada nas condições de Piracicaba.

Tabela 3. Combinações dos fatores considerados para a escolha dos cultivares.

Cultivar	Dormência (GD)	Procedência	Tolerância ao pastejo
ABT 805	8	I	T
Alfagraz	2	I	T
Crioula	9	N	NT
CUF 101	9	I	NT
Pioneer 5432	4	I	T

GD = grau de dormência (1= totalmente dormente - 11= totalmente não dormente); N = Nacional; I = Importado

Antes da semeadura, as sementes foram inoculadas com BIOMAX contendo turfa esterilizada com a estirpe de *Sinorhizobium meliloti* SEMIA-134. A semeadura foi realizada em 1 de setembro de 2000, em linhas distanciadas de 20 cm, na densidade de 12 kg de sementes por ha. O controle das ervas daninhas se deu através do uso de herbicida glyphosate [N-(fosfonometil) glicina] pulverizado na forma de solução a 3% V/V, e/ou corte com roçadeira costal na área ao redor das parcelas. Em 19 de setembro de 2000 foi feita aplicação do graminicida haloxyfop-methyl [metil 2-{4 (3-cloro-5-(trifluorometil-2-piridinoxi)) fenoxi}-propanoato] 0,09 a 0,12 kg ha^{-1} , juntamente com óleo mineral Joint a 0,25 %.

Em 28 de novembro de 2000, após cerca de 80 dias da semeadura, foi realizado um corte de uniformização com uma segadora utilizada no corte para feno. Em 6 de dezembro de 2000 foi feita a adubação com micronutrientes (FTE BR 12) e húmus de minhoca, nas quantidades de 40 kg ha^{-1} (58 g por sub-parcela) e 400 kg ha^{-1} (580 g por

sub-parcela) respectivamente. Em fevereiro de 2001 foram montadas as cercas elétricas ao redor das parcelas para o pastejo.

Em 23 de fevereiro de 2001 houve outro corte na área experimental, à altura média de 5 cm, e no dia 1 de março de 2001 foi montado o equipamento de irrigação. Em 20 de março de 2001 foi feita outra aplicação do graminicida haloxyfop-methyl (metil 2-{4 (3-cloro-5-(trifluorometil-2-piridinoksi)) fenoxi}-propanoato 0,09 a 0,12 kg $\text{ia}^{-1}\text{ha}^{-1}$), juntamente com óleo mineral Joint a 0,25 %. Em 17 de julho de 2001 devido à proliferação de pulgão-verde-azulado [*Acyrtosiphon kondoi* (Shinji, 1938)] aplicou-se Boveril PM [*Beauveria bassiana* (Bals.) Viull.] como controle biológico em uma concentração de 4 kg ha^{-1} .

O primeiro pastejo foi realizado em 31 de março de 2001. Foram utilizadas novilhas da raça Holandesa preto e branco, com idade entre 12 a 18 meses e com peso médio de 300 a 450 kg. Durante o período experimental foram totalizados 43 pastejos para o tratamento de lotação contínua e 10 para o tratamento rotacionado.

A massa de forragem (MF) foi medida imediatamente antes e depois de cada pastejo, em cada unidade experimental. Utilizou-se o método de amostragem dupla, onde o método indireto escolhido foi o “*rising plate meter*” ou prato ascendente (Santillan et al., 1979), que foi calibrado periodicamente pré- e pós-pastejo (Pedreira, 2002). Nessas ocasiões a calibração consistiu em demarcar com um círculo de 0,25m² as áreas de máxima e mínima MF em cada sub-parcela. Estas áreas foram medidas com o prato ascendente e em seguida cortadas a 3 centímetros da superfície do solo. As amostras foram levadas para secar em estufa de ar forçado a 65°C até peso constante e pesadas. A calibração foi feita em 4 ocasiões ao longo do período experimental: em 24 de março de 2001; 24 de maio de 2001; 27 de outubro de 2001 e 20 de dezembro de 2001 num total de 120 locais de dupla amostragem. Através de análise de regressão (PROC REG, SAS 1996) foi estabelecida a relação entre a altura do prato e a MF. Em cada amostragem a MF era estimada pela média de 30 leituras de prato feitas em cada sub-parcela. O acúmulo de forragem (AF) em cada ciclo foi calculado para cada sub-parcela subtraindo-se a MF pós-pastejo do ciclo “n-1” da MF pré-pastejo do ciclo “n”.

As taxas médias diárias de AF foram calculadas dividindo-se o AF pelo número de dias de acúmulo em cada rebrota.

As medições de índice de área foliar (IAF) foram feitas com um analisador de dossel LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA) imediatamente antes e depois do pastejo, nas primeiras horas do dia ou no final da tarde, em 31 de março de 2001; 24 de maio de 2001; 29 de setembro de 2001 e 18 de janeiro de 2002. Em cada data de amostragem foram realizadas leituras em dez pontos representativos (5 na linha e 5 na entrelinha) da condição média da vegetação de cada sub-parcela, totalizando 10 leituras por unidade experimental. Na análise estatística foram utilizados valores médios $[(IAF_{\text{pré}} + IAF_{\text{pós}})/2]$.

Interceptação luminosa (IL) foi estimada usando um fotômetro tipo *line quantum sensor* acoplado a um medidor Light Meter LI-250 (LI-COR, Lincoln Nebraska, EUA) antes e depois do pastejo, em 26 de maio de 2001 e 24 de outubro de 2001, em 8 pontos representativos da condição média da vegetação de cada parcela (4 leituras acima e 4 leituras na base do dossel), posicionando o aparelho em direção oblíqua (um extremo do aparelho numa linha e outro extremo na outra linha do alfafal), totalizando 8 leituras por cada unidade experimental. As leituras foram feitas ao redor das 12:00 horas sob céu claro, medindo-se a intensidade luminosa acima do alfafal (I_o) e no nível do solo (I). A interceptação luminosa era calculada como $IL = [(I_o - I)/I_o] * 100$. Foram utilizados valores médios na análise estatística $[(IL_{\text{pré}} + IL_{\text{pós}})/2]$.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS[®], *Statistical Analysis System*, (Littell et al., 1996). Para a obtenção das médias, foi utilizado o método dos quadrados mínimos (LSMEANS), e para efeito de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o teste de Tukey com um nível de significância de 5%. As interações significativas foram desdobradas de acordo com os fatores envolvidos e aplicou-se análise de regressão para as épocas nas variáveis onde houve significância.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Acúmulo total e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem total (AFT) foi afetado pelo método de pastejo ($P=0,0001$), cultivar ($P=0,0071$) e pela interação método x cultivar ($P=0,0001$). Os valores médios de AFT variaram entre 26,6 (ABT-805) e 19,4 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ (CUF-101) sob lotação contínua, e de 18,3 (Crioula) e 13,3 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Alfagraze) sob lotação rotacionada. O maior AFT no tratamento de lotação contínua foi da ABT-805 (26,6 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹), o qual não diferiu dos acúmulos de Alfagraze (26,3 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹) e Pioneer 5432 (24,3 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹). Os AFT sob lotação contínua correspondente aos cultivares Crioula (19,9 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹) e CUF-101 (19,4 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹), foram iguais, embora diferentes daqueles cultivares tolerantes ao pastejo. O maior valor de AFT obtido sob lotação rotacionada foi para Crioula (18,3 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹), ABT-805 (17,6 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹) e CUF-101 (17,7 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹). Pioneer 5432 e Alfagraze tiveram produções iguais (entre 15,3 e 13,3 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹).

Tabela 4. Acúmulo de forragem total de genótipos de alfafa sob pastejo, ao longo do período experimental.

Cultivar	Método de pastejo	
	Lotação contínua	Lotação rotacionada
	----- Mg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----	-----
ABT-805	26,6 ^{Aa}	17,6 ^{Ab}
Alfagraze	26,3 ^{Aa}	13,3 ^{Bb}
Crioula	19,9 ^{Bb}	18,3 ^{Ab}
CUF-101	19,4 ^{Bb}	17,7 ^{Ab}
Pioneer 5432	24,3 ^{Aa}	15,3 ^{Bb}

EPM= 939,2705

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

No acúmulo de forragem de verão (AFV), medido no período compreendido entre 31 de março até 30 de junho 2001 e de 11 de outubro de 2001 até 18 de janeiro 2002, houve efeito de método ($P=0,0306$), cultivar ($P=0,0001$) e da interação método x cultivar ($P=0,0001$). O AFV sob lotação contínua, foi maior ($P<0,05$) em ABT-805 e Alfagrazze, intermediário em Pioneer 5432, e menor em Crioula e CUF-101. Sob lotação rotacionada, os AFV foram maiores ($P<0,05$) em Crioula, CUF-101 e ABT-805, intermediário em Pioneer 5432 e menor em Alfagrazze. A produtividade de verão da Pioneer 5432 foi intermediária, para ambos métodos de pastejo (Tabela 5).

Tabela 5. Acúmulo de forragem de verão (AFV) em genótipos de alfafa sob pastejo, de março-junho 2001 e outubro 2001-janeiro 2002.

Cultivar	Método de pastejo			
	Lotação contínua		Lotação rotacionada	
	----- Mg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----			
ABT-805	18,9 ^{Aa}	(71,0 ^A)	14,3 ^{Ab}	(81,2 ^A)
Alfagrazze	18,8 ^{Aa}	(71,5 ^A)	10,6 ^{Cb}	(79,7 ^C)
Crioula	12,8 ^{Ca}	(64,3 ^C)	14,7 ^{Aa}	(80,3 ^B)
CUF-101	12,2 ^{Ca}	(62,9 ^C)	14,3 ^{Aa}	(80,8 ^B)
Pioneer 5432	16,6 ^{Ba}	(68,3 ^B)	12,6 ^{Bb}	(82,3 ^A)

EPM= 852,2324

Valores entre parênteses indicam percentagem (%) em relação ao AFT.

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

No período entre 9 de julho até 28 de setembro de 2001, foi computado o acúmulo de forragem de inverno (AFI). Houve efeito de método ($P=0,0001$) e da interação método x cultivar ($P=0,0179$), mas não houve efeito de cultivar ($P=0,1153$). Sob lotação contínua os AFI dos cultivares foram iguais. Sob lotação rotacionada, os AFI da Crioula, CUF-101, ABT-805 e Pioneer 5432, não diferiram entre si, embora

foram todos superiores ao de Alfagraze ($2,7 \text{ Mg MS ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$) que apresentou a menor produção dos genótipos estudados (Tabela 6).

Tabela 6. Acúmulo de forragem de inverno (AFI) em alfafa sob pastejo, durante os 81 dias correspondente ao período de inverno.

Cultivar	Método de pastejo			
	Lotação contínua		Lotação rotacionada	
	----- Mg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----			
ABT-805	7,6 ^{Aa}	(28,6 ^C)	3,3 ^{Ab}	(18,7 ^C)
Alfagraze	7,4 ^{Aa}	(28,1 ^C)	2,7 ^{Bb}	(20,3 ^A)
Crioula	7,2 ^{Aa}	(36,0 ^A)	3,6 ^{Ab}	(19,7 ^B)
CUF-101	7,3 ^{Aa}	(37,5 ^A)	3,4 ^{Ab}	(19,2 ^B)
Pioneer 5432	7,7 ^{Aa}	(31,8 ^B)	3,2 ^{Ab}	(20,9 ^A)

EPM= 288,2018

Valores entre parênteses indicam percentagem (%) em relação ao AFT.

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

Para taxa média diária de acúmulo de forragem no verão (TMDAV), houve efeito de método ($P=0,0011$), cultivar ($P=0,0001$) e da interação método x cultivar ($P=0,0001$). A TMDAV foi maior ($P<0,05$) sob lotação contínua, em ABT-805 e Alfagraze, intermediária em Pioneer 5432 e menor em Crioula e CUF-101. Sob lotação rotacionada as TMDAV foram maiores em Crioula, ABT-805 e CUF-101, enquanto que Pioneer 5432 e Alfagraze, apresentaram as menores TMDAV (Tabela 7).

Tabela 7. Taxa média diária de acúmulo de forragem no verão (TMDAV) em alfafa sob pastejo, durante os 191 dias correspondente ao período de verão.

Cultivar	Método de pastejo	
	Lotação contínua	Lotação rotacionada
	----- kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹ -----	
ABT-805	139,09 ^{Aa}	92,07 ^{Ab}
Alfagraze	137,60 ^{Aa}	69,61 ^{Cb}
Crioula	104,46 ^{Ca}	95,99 ^{Aa}
CUF-101	101,59 ^{Ca}	92,80 ^{Aa}
Pioneer 5432	127,51 ^{Ba}	80,19 ^{Bb}

EPM= 4,8757

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

A taxa média diária de acúmulo de inverno (TMDAI) foi estimada para os 81 dias de inverno. Houve efeito de método ($P=0,0001$) e da interação método x cultivar ($P=0,0124$), não sendo verificado efeito de cultivar ($P=0,1019$). Os valores médios de TMDAI sob lotação contínua foram iguais entre os cultivares. Sob lotação rotacionada, os valores médios das TMDAI para os cultivares Crioula, CUF-101, ABT-805 e Pioneer 5432 foram superiores ao da Alfagraze que apresentou a menor taxa de acúmulo de inverno dos genótipos (Tabela 8).

Tabela 8. Taxa média diária de acúmulo de inverno (TMDAI) em alfafa sob pastejo, durante os 81 dias correspondente ao período de inverno.

Cultivar	Método de pastejo	
	Lotação contínua	Lotação rotacionada
	----- kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹ -----	
ABT-805	93,82 ^{Aa}	40,98 ^{Ab}
Alfagraze	91,21 ^{Aa}	33,64 ^{Bb}
Crioula	88,73 ^{Ba}	44,92 ^{Ab}
CUF-101	89,86 ^{Ba}	42,15 ^{Ab}
Pioneer 5432	95,60 ^{Aa}	40,11 ^{Ab}

EPM= 3,6979

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,05).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,05).

Os resultados relativos aos acúmulos de forragem e taxas médias diárias de acúmulo de forragem, foram sempre superiores sob lotação contínua do que sob lotação rotacionada. Relativamente ao Alfagraze, Pioneer 5432 e ABT-805 acumularam respectivamente, sob lotação contínua 49,4 e 34% mais forragem em comparação com Crioula e CUF-101 que foi de 8%, para ambos cultivares.

A dormência e a forma de sobreviver a invernos rigorosos, são características particulares no caso da alfafa, mas as bases fisiológicas desses mecanismos ainda não são bem compreendidas (Cunningham et al., 2001). Cultivares não dormentes são desejáveis pois em condições tropicais produzem maiores quantidades de forragem durante o outono e inverno, reassumindo o crescimento das hastes no início da primavera e iniciando rapidamente a rebrota após um corte no verão. Uma vez iniciada a rebrota, a taxa de alongamento das hastes em cultivares não dormentes é o dobro daquela de germoplasmas dormentes, resultando em grandes diferenças na expansão da área foliar e na massa de forragem por haste (Volenc, 1985), fatores conhecidos e correlacionados com elevadas produções (Volenc et al., 1987).

Os genótipos apresentaram diferentes padrões de comportamento para AFT, AV, AI, TMDAV e TMDAI, sob lotação contínua. Smith et al. (1989) avaliaram cultivares de alfafa, incluindo a GA-GC (atualmente Alfagraze) sob lotação contínua, concluindo que os cultivares destinados a feno apresentaram altas taxas de mortalidade, prejudicando a rebrota e reduzindo a produtividade, o mesmo não acontecendo com os cultivares tolerantes ao pastejo. O GA-GC manifestou um bom potencial de rebrota e persistência sob pastejo, produzindo 6.370 kg ha^{-1} durante os 114 dias correspondente ao período de verão. Smith et al. (1993), encontraram em Alfagraze produções em torno de 14 a 17 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ quando foi conduzido para feno e de 7.505 kg ha^{-1} em dois anos de pastejo sob lotação contínua.

Em Piracicaba, Oliveira et al. (2001) obtiveram em média após dois anos de corte, produtividade em torno de 21 (Crioula Brasileira) e 25 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ (Crioula Chilena). Quando submetem esses materiais a pastejo, usando desfolhas rápidas com altas taxas de lotação e períodos de descanso de 60, 75 e 40 dias (21/7, 23/9, 6/12 e 15/01), respectivamente, obtiveram, sob irrigação, produções em torno de 7 (Crioula Brasileira) e 10 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ para Crioula Chilena.

Ruggieri et al. (2002), num experimento de cultivares de alfafa para produção de feno, mediram produções anuais médias de 21,27 e 20,90 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ para Crioula importada e Crioula CRA-RS, respectivamente. Da Silva et al. (2002), obtiveram em 13 cortes durante 18 meses, produções de forragem de 22,72; 21,60 e 20,10 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$, para Crioula importada, Crioula CRA-RS e Crioula Honda, respectivamente. Botrel et al. (2002b), avaliaram cultivares de alfafa em diferentes regiões do estado de Minas Gerais, reportando produções de forragem para o cultivar Crioula ao redor de 13 e 20 Mg MS $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ dos quais 30 a 52% foram produzidos durante o inverno.

Da análises do presente estudo surge um contraste evidente entre os cultivares tolerantes e não tolerantes ao pastejo, sendo mais marcado sob lotação contínua que sob lotação rotacionada. O grau de dormência (GD) dos diferentes cultivares, ficou evidenciado sob lotação rotacionada, onde Alfagraze, com o mais alto grau de dormência foi quem apresentou o menor AFT (Tabela 4.), com a vantagem de ter sido

um dos cultivares que mais persistiram, conforme o já reportado por diversos autores (Bariggi & Romero, 1986; Romero, 1988; Romero et al., 1995a; Volenec, 1985; Volenec et al., 1987; Basigalup 2000a) e conforme resultados de um estudo acompanhante (capítulo 4).

Com relação ao AFV (Tabela 5), no tratamento sob lotação contínua, os cultivares ABT-805 e Alfagraze concentraram sua produção durante o verão em torno de 72%, Pioneer 5432 com 68%, Crioula e CUF-101 com 63,6%, com produções que variaram entre 19, 17 e 13 Mg MS ha⁻¹, respectivamente. Sob lotação rotacionada, os AFV foram distribuídos em 82% para Pioneer 5432, 80,7% para ABT-805, Crioula e CUF-101 e 79,7% para Alfagraze, com produções em torno de 13; 14,5 e 11 Mg MS ha⁻¹. Ruggieri et al. (2002) obtiveram produções no verão de 8,21 Mg MS ha⁻¹ para Crioula importada e de 8 Mg MS ha⁻¹ para Crioula CRA-RS. Bariggi & Romero (1986); Romero et al. (1995a), relataram que a desfolha mecânica reduz a área foliar de forma drástica e instantânea, acontecendo o mesmo com um pastejo rotacionado muito intenso.

Para o AFI (Tabela 6), o desempenho dos cultivares foi semelhante sob lotação contínua, com produtividade em torno de 7 e 8 Mg MS ha⁻¹, distribuída em 37% para os cultivares Crioula e CUF-101, 28% para ABT-805 e Alfagraze e 32% para o cultivar Pioneer 5432. Sob lotação rotacionada, as produções foram em torno de 3,5 Mg MS ha⁻¹ para os cultivares ABT-805, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432 e 2,7 Mg MS ha⁻¹ para Alfagraze, correspondendo a 19,6 e 20,3% da produção anual distribuída durante o inverno (Tabela 6). Ruggieri et al. (2002) mostraram produções no inverno de 2,42 Mg MS ha⁻¹ (Crioula importada) e 2,44 Mg MS ha⁻¹ (Crioula CRA-RS) acontecendo a mesma situação com os acúmulos de verão descrito e discutido anteriormente. Botrel et al. (2002b), avaliando cultivares sob corte em diferentes regiões do estado de Minas Gerais, relataram para o cultivar Crioula produções anuais em torno de 13 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ na Zona da Mata, com 31,1% da produção anual durante o inverno; 17,56 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹, no Sul de Minas com 51,9% no inverno e de 20 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ na Zona Metalúrgica com 43,8% distribuído no inverno. Oliveira (2001) estudando a produtividade e qualidade de cultivares de alfafa mantidas sob irrigação, obteve produtividade média de 20,94 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ e estacionalidade média de produção

para alfafa Crioula Chilena de 58,77 e 41,23% para os meses de verão e inverno, respectivamente.

No presente estudo 70,2% do período experimental foi verão e 29,8% inverno. Aparentemente sob lotação contínua os cultivares ABT-805 (71%) e Alfagraze (71,5%) não diferiram na distribuição estacional da forragem, embora sejam diferentes enquanto ao grau de dormência. Pioneer 5432 comportou-se de maneira intermediária (68,3%). Crioula e CUF-101 foram semelhantes diferindo dentre os cultivares com distribuição de forragem no período do verão em torno de 64%. No método de pastejo rotacionado, ABT-805 e Pioneer 5432 foram semelhantes (81 e 82%) diferindo de Crioula e CUF-101 (80,3 e 80,8%), enquanto Alfagraze foi de 79,7%.

As TMDAI foram iguais ou semelhantes às TMDAV. Isto pode estar relacionado com o período de inverno (9 de julho a 28 de setembro de 2001), que foi mais quente (agosto/20,2°C; setembro/21,4°C) que a média dos últimos 84 anos (agosto/19,2°C; setembro/20,7°C), na localidade do experimento, favorecendo a produção dos cultivares dormentes como Alfagraze e Pioneer 5432. Esses cultivares provavelmente não entraram em dormência, como seria de se esperar em invernos rigorosos, produzindo área foliar durante o inverno se comportando como um cultivar não dormente

Monteiro (1989), trabalhando em Piracicaba com os cultivares CUF-101 e Crioula, observou que, quando as temperaturas médias do inverno se mantiveram mais baixas dentro do período experimental, as plantas reagiram com bastante semelhança, ao manejo da desfolha, enquanto que, após o estabelecimento de temperaturas mais altas com média de 24°C, as plantas reagiram diferentemente quanto à capacidade de rebrota e a produção de forragem. No presente estudo, os mesmos cultivares sob pastejo, manifestaram comportamento semelhante, com AFT em torno de 20 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ sob lotação contínua e de 18 Mg MS ha⁻¹ ano⁻¹ sob lotação rotacionada.

3.3.2 Índice de área foliar

Houve diferenças no IAF médio no método de pastejo ($P=0,0002$), dias após o início do pastejo ($P=0,0001$), além do efeito da interação método x cultivar ($P=0,0011$) e método x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$). Não houve, no entanto, diferença entre cultivares ($P=0,1864$) nem efeito da interação cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,9142$). Os valores de IAF ao longo do período experimental variaram entre 2,07 (ABT-805) e 1,76 (Pioneer 5432) sob lotação rotacionada e 1,05 (Alfagraz) e 0,91 (ABT-805) sob lotação contínua (Tabela 9).

Tabela 9. Índice de área foliar médio^S [(IAFpré+IAFpós)/2] de genótipos de alfafa sob pastejo, de março de 2001 a fevereiro de 2002.

Cultivar	Método de pastejo	
	Lotação contínua	Lotação rotacionada
	----- IAF -----	
ABT- 805	0,91 ^{Aa}	2,07 ^{Ab}
Alfagraz	1,05 ^{Aa}	1,80 ^{Bb}
Crioula	n.d.	1,96 ^A
CUF-101	n.d.	1,83 ^A
Pioneer 5432	0,98 ^{Aa}	1,76 ^{Bb}
EPM*	0,054	

^S Média das 4 datas de avaliação.

* EPM - Erro padrão da média.

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

n.d.= dados não disponíveis devido à degradação do estande de plantas.

Valores de IAF médio sob lotação contínua decresceram conforme a estação de pastejo progrediu variando entre 1,64, 0,83, 0,74 e 0,22 no início, aos 54, 182 e 293 dias após o início do pastejo, respectivamente (Figura 2). Sob lotação rotacionada os valores

de IAF variaram entre 1,96 e 1,08 no início e aos 293 dias de iniciado o pastejo, respectivamente. Houve um aumento nos valores de IAF aos 54 e 182 dias após o início do pastejo, correspondendo a 2,10 e 2,41, respectivamente.

Figura 2 - Índice de área foliar médio (IAF) de alfafa sob lotação contínua, em relação dos dias após o início do pastejo.

A redução dos valores de IAF sob lotação contínua ocorreu como consequência da frequência de pastejo, impedindo a planta de repor rapidamente a área foliar. Embora, sob lotação rotacionada, o aumento dos valores de IAF aos 54 e 182 dias após iniciado o pastejo, pode ter ocorrido pelas temperaturas mais quentes durante o inverno, favorecendo a produção de área foliar.

Alfagraz, Pioneer 5432 e ABT-805 são cultivares tolerantes ao pastejo. Essa condição pode estar relacionada maiores valores de IAF no método contínuo, em comparação com os valores registrados para Crioula e CUF-101, mostrando a não

tolerância ao pastejo (Tabela 9), conforme confirmado em estudo acompanhante (capítulo 4).

Elevadas produções de forragem estão associadas a maiores valores de IAF e a forma em como a planta reassume o crescimento após o corte ou pastejo (Leach, 1968). No presente estudo, os maiores AFT e menores valores de IAF foram obtidos sob lotação contínua quando comparado com o método de pastejo rotacionado (Tabelas 4 e 9). O bom desempenho dos cultivares sob lotação rotacionada pode ser explicado pelo fato de que as plantas provavelmente foram capazes de repor área foliar suficiente mantendo boas coberturas foliares dos estandes até o final do experimento.

Bariggi & Romero, 1986; Romero et al., 1995a; Basigalup, 2000a; verificaram que alfafais sob lotação contínua sofrem perda de vigor, produzindo menor quantidade de forragem e reduzindo o tamanho do sistema radicular. No presente estudo, o desempenho dos cultivares tolerantes ao pastejo (ABT-805, Alfagraze e Pioneer 5432) sob lotação contínua foram marcantes, possibilitando melhor resposta das plantas à situação de estresse. No entanto, o cultivar Crioula apesar de estar adaptado às condições ambientais, não teve um lugar de destaque, talvez devido à falta de tolerância ao pastejo.

Com relação ao comportamento dos cultivares sob lotação rotacionado, o maior valor de IAF foi em ABT-805 seguido por Crioula e CUF-101. O ABT-805, um cultivar importado e tolerante ao pastejo, situou-se entre os de melhor desempenho.

Greub & Wedin (1971) trabalharam com o cultivar Vernal, com dormência semelhante à da Alfagraze, realizando cortes a 5 cm e constataram que, a alfafa desenvolve rapidamente área foliar no crescimento da primavera, confirmando o já relatado por Leach (1969), Volenec (1985), Romero et al., 1995a, e Avice et al. (1997a), que escreveram que a rebrota ocorre de 7 a 10 dias após a desfolha. Avice et al. (1997a) verificaram valores de IAF de 4,7; 3,5 e 3,2 no primeiro, segundo e terceiro corte efetuados quando a alfafa estava com 8, 10 e 14% de floração. Após o terceiro corte e com uma rebrota de 21 dias, o IAF foi 2,9 sugerindo que com esse valor a planta já tinha iniciado o acúmulo de reservas. Os mesmos autores constataram que com valores de IAF superiores a 4, houve perdas de folhas no estrato inferior, inclusive durante o primeiro e terceiro corte. Esses resultados são condizentes com os de Hodgson (1990) que mostrou

que com valores de IAF superiores a 3 têm-se maiores produções em detrimento de uma diminuição da fotossíntese líquida, com o consequente aumento na senescência.

3.3.3 Interceptação luminosa (IL)

Para interceptação luminosa média houve efeito de método ($P=0,0001$), dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e da interação método x cultivar ($P=0,0030$), não tendo sido verificado para cultivar ($P=0,0618$), para as interações cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,6863$) e método x dias após o início do pastejo ($P=0,1182$). Os valores médios de IL ao longo do período experimental variaram entre 52,7 % (ABT-805) e 47,1% (Alfagraz) sob lotação rotacionada e 14,1% (Alfagraz) e 10,72% (Crioula) sob lotação contínua (Tabela 10).

A IL média sob lotação contínua diminuiu ao longo da estação de pastejo em 48 unidades percentuais, enquanto que no pastejo rotacionado a queda foi de 11 unidades percentuais. Houve uma redução na IL com o decorrer dos dias após o início do pastejo, registrando valores em torno de 35 e 28% aos 57 e 151 dias de iniciado o pastejo, respectivamente.

Sob lotação contínua, os cultivares tolerantes ao pastejo mostraram maiores valores de IL, enquanto os cultivares CUF-101 e Crioula, apresentaram os menores valores. Esses resultados são condizentes com os de AFT baixo sendo prejudicados por sua baixa persistência e baixos acúmulos nos ciclos finais da estação. Sob lotação rotacionada, a IL em ABT-805 e Crioula foi maior enquanto que CUF-101, Pioneer 5432 e Alfagraz evidenciaram as menores IL (Tabela 10).

Tabela 10. Interceptação luminosa média (IL) em cultivares de alfafa sob pastejo, ao longo do experimento.

Cultivar	Método de pastejo	
	Lotação contínua	Lotação rotacionada
	-----	-----
	%	
ABT-805	13,44 ^{Ab}	52,66 ^{Aa}
Alfagraze	14,10 ^{Ab}	47,15 ^{Ba}
Crioula	10,72 ^{Bb}	51,96 ^{Aa}
CUF-101	10,88 ^{Bb}	49,29 ^{Ba}
Pioneer 5432	12,56 ^{Ab}	48,94 ^{Ba}
EPM*	1,177	

*EPM - Erro padrão da média.

^{ab} Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,05).

^{AB} Médias na linha seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,05).

Gosse et al. (1988) relataram que a alfafa apresenta duas populações diferenciadas de hastes, as provenientes de gemas axilares contribuindo com 30% na interceptação da radiação, e as provenientes de gemas da coroa interceptando cerca de 60 a 76% da radiação incidente.

4 Conclusões

O cultivar ABT-805 apresentou um melhor desempenho em termos de produtividade, IAF e IL para ambos os métodos de pastejo, superando amplamente o cultivar Crioula, enquanto que o cultivar Alfagraze, manifestou ser o mais produtivo sob lotação contínua, e menos produtivo sob lotação rotacionada. Pioneer 5432 situou-se numa situação intermediária em relação à produtividade e tolerância ao pastejo, no entanto Crioula e CUF-101 foram relativamente produtivas, manifestando as características de alfafa tipo “feno”. Sob lotação contínua aparentemente o lento aparecimento de novos brotos provavelmente limitou a taxa de rebrota, reduzindo a

formação de tecido fotossintetizante e por conseguinte a IL e o IAF foram menores do que no sob pastejo rotacionado.

Assim como o Alfagraze foi desenvolvido para ser um cultivar tolerante ao pastejo possuindo boa produtividade de forragem e de sementes, existe a necessidade de novas pesquisas com o cultivar ABT-805, nas condições edafoclimáticas do Brasil Central. No presente estudo esse cultivar revelou ter sido um dos com melhor desempenho produtivo, com a vantagem de ser não dormente e tolerante ao pastejo, condições essas ventajosas e desejáveis para a pecuária brasileira, pois produz maior quantidade de forragem durante o outono e inverno, época que coincide com a baixa produtividade das pastagens, sem diminuir o elevado valor nutritivo.

4 DETERMINANTES MORFOFISIOLÓGICOS DA PERSISTENCIA DE GENÓTIPOS DE ALFAFA SOB PASTEJO

Resumo

A baixa produtividade das pastagens tropicais durante o “inverno” no Brasil Central é uma das causas que mais contribui para a baixa produtividade dos rebanhos. Desse modo espécies de alto potencial forrageiro como a alfafa (*Medicago sativa* L.), podem ser opções para melhorar o desempenho animal, pois associam elevada produção com alto valor nutritivo. Há necessidade de pesquisa com as novas e já existentes introduções de genótipos de alfafa, quanto à persistência e adaptação às condições edafoclimáticas do Brasil Central quando submetidas a pastejo. De março de 2001 a fevereiro de 2002, foram avaliados os determinantes morfofisiológicos da persistência de cinco genótipos de alfafa num Kandiudalfic Eutrudox. Um experimento de tipo “mob-grazing” foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba, SP. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com parcelas subdivididas (split-plot), com 10 tratamentos e 6 repetições, totalizando 60 unidades experimentais. Nas parcelas foram alocadas os fatores de tratamento relativo ao método de pastejo (“lotação contínua”, simulada por desfolhas semanais, e “pastejo rotacionado” com desfolha a cada 4 semanas na primavera-verão e a cada 6 semanas no outono-inverno). Nas sub-parcelas foram alocadas os cinco genótipos de alfafa com diferentes aptidões agrônomicas em termos de dormência, adaptação local e tolerância ao pastejo (ABT-805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432), submetidos a 295 dias de pastejo e sob irrigação. Houve diferença no desempenho dos cultivares tolerantes e não tolerantes ao pastejo, no estande final de plantas, na percentagem de sobrevivência, na proporção de invasoras na massa pré-

pastejo e nos teores e estoques de CNE e NT avaliados em raízes e coroa dos cultivares Crioula e CUF-101, os quais não sobreviveram ao pastejo sob lotação contínua, até o final do experimento. O cultivar com melhor persistência, sob lotação contínua foi o Alfagraze, com um estande inicial 245,7 e final de 63,9 de plantas m^{-2} , correspondendo a 26% de sobrevivência. Sob pastejo rotacionado a maior sobrevivência de plantas foi obtida em ABT-805 com um estande inicial e final em torno de 250 e 112,3 plantas m^{-2} , correspondendo a 44,9% de sobrevivência. Dos cultivares dormentes não adaptados ao pastejo, CUF-101 foi o que revelou menor tolerância. Duzentos e dez dias após o início do pastejo, sob lotação contínua, havia somente 9,6% de alfafa na massa de forragem pré-pastejo, indicando nessa data o que aconteceria com o estande de plantas ao final do experimento. Trezentos e vinte e cinco dias após o início do pastejo, Alfagraze, ABT-805 e Pioneer 5432 apresentaram valores médios de teores e estoques de CNE em raízes e coroas, em torno de 221 e 112,9 g kg^{-1} MO e de 406 e 210,7 g m^{-2} MO, respectivamente. Estoques de CNE sofreram drástica redução nas raízes (79,8%) e coroas (84,7%) de alfafa, quando foram submetidos a lotação contínua e em torno de 46 e 59%, respectivamente, sob lotação rotacionada. Cultivares tolerantes ao pastejo tiveram valores médios de teores e estoques de nitrogênio total, nas raízes e coroas, em torno de 168,9 e 231,2 g kg^{-1} MO e de 331,6 e 326,9 g m^{-2} MO, respectivamente.

Summary

The low yield potential of tropical pastures during the cool, dry season of the year in central Brazil is regarded as a major cause of the low productivity of forage-livestock systems in that region. High-yielding forages that can accumulate large amounts of nutritious herbage year-round under grazing, such as alfalfa (*Medicago sativa* L.), may solve foraging strategy problems with advantages over conserved forage options. Research is needed in order to identify adapted genotypes, both local and imported, as well as to assess their persistence under grazing in those locations of central Brazil where their introduction might have a positive impact. The morphological and

physiological determinants of persistence under grazing of five alfalfa genotypes in response to grazing method was studied from March 2001 to February 2002 on a Kandiudalfic Eutrudox in Piracicaba, SP, under irrigation. In a mob grazing study, laid out as a randomized complete block design and six replications, treatments included all possible combinations two grazing methods as a main plot factor (rotational stocking simulated by grazings every four weeks in the "warm rainy season" and six weeks during the "cool dry season" and continuous stocking simulated by weekly grazings throughout the experimental period) and five alfalfa genotypes as subplot factor. Subplots were sown with genotypes with contrasting agronomic characteristics in terms of their dormancy, origin, and grazing tolerance (ABT 805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 and Pioneer 5432), and grazed down to a 7 cm stubble on every grazing event, for 295 days. Genotype performance was variable regarding the final stand counts, plant survival, percent alfalfa in pregraze forage mass, and in the concentration and pool of total non-structural carbohydrates (TNC) and total nitrogen (N) in roots and crowns of alfalfa plants. Crioula and CUF-101 did not survive through the end of the trial, under either grazing method. Alfagraze showed the highest persistence under continuous stocking, with stand counts falling from 245.7 to 63.9 plants m^2 (26% survival). Under rotational stocking, ABT-805 had the highest persistence, with plot stands declining from 250 to 112.3 plants m^2 , a 44,9% survival rate. Among the dormant, non grazing tolerant cultivars, CUF-101 showed the poorest persistence. Two hundred and ten days after initiation of grazing, there was a mean 9.6% alfalfa in the total pregraze forage mass, a harbinger of the general degradation of the plot stands which materialized at the end of the experimental period. Three hundred twenty five days after the trial started, Alfagraze, ABT-805 and Pioneer 5432 stored TNC, in roots and crowns, respectively, with concentrations of 221 and 112.9 g kg^{-1} OM and pools of 406 and 210,7 g m^{-2} , respectively. Mean TNC pools were reduced by 79.8% in roots and by 84.7% in plant crowns when plots were under continuous stocking and by 46 and 59%, respectively, under rotational stocking. Grazing tolerant cultivars accumulated N reserves in roots (168.9 g kg^{-1} OM, for pools of 331.6 g m^{-2}) and crowns (231.2 g kg^{-1} OM, for pools of 326,9 g m^{-2}).

4.1 Introdução

No Brasil, as áreas de exploração pecuária estão distribuídas por diferentes regiões e climas (clima temperado, cerrados, clima semi-árido, pantanal, clima tropical úmido) e em cada região é possível identificar variações ambientais, implicando na necessidade de utilização de forrageiras adaptadas às condições edafoclimáticas vigentes. Dentre os principais fatores causadores da baixa produtividade e da baixa longevidade das pastagens tropicais estão a utilização de materiais não melhorados, uso de áreas marginais ou de baixa fertilidade e o manejo inadequado ou deficiente das pastagens (Pereira, 2002). A degradação das pastagens vem sendo um dos maiores problemas relacionados com a sustentabilidade da produção animal em pastagens. Há, ainda, os de ordem econômica e financeira, a inexistência de indicadores adequados para antecipar a degradação e a ineficiência dos processos de difusão e adoção de tecnologias, o que acaba por dificultar as ações para a reversão do problema (Macedo, 2000).

A alfafa é uma das mais importantes espécies forrageiras cultivadas em todo o mundo, por associar alta produtividade com elevado valor nutritivo. É uma das poucas espécies cosmopolitas, sendo capaz de sobreviver desde temperaturas abaixo de -25°C até acima de 50°C , além de ser versátil quanto às formas de utilização, podendo ser pastejada, fenada e ensilada (Barnes & Scheaffer, 1995). A área de cultivo no Brasil é estimada em torno de 30 mil hectares distribuídos no Rio Grande do Sul (80%), Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (Basigalup, 2000a; Dall' Agnol & Scheffer-Basso, 2000).

A manutenção da produtividade e da persistência dos alfafais tem se constituído em desafio aos pesquisadores e produtores. Dentre as causas normalmente associadas com as perdas de estande e a degradação, estão a falta de materiais adaptados às diferentes regiões, manejo inadequado seja sob corte ou sob pastejo, a não manutenção do alto nível de fertilidade do solo exigido pela cultura e falta de controle adequado de invasoras, pragas e doenças. Monteiro (1989) afirmou que cortes sucessivos rentes ao

solo, sem área foliar remanescente, tem sido um dos motivos determinantes da degradação dos estandes ao longo do tempo, não obstante o fato de que a colheita mecânica inclui, quase sempre, essa severidade de desfolha.

As reservas orgânicas assumem grande importância na rebrota quando a área foliar remanescente é reduzida, ou ainda, quando a eficiência fotossintética daquelas folhas é baixa (Brougham, 1957). Segundo Romero et al. (1995a), a frequência de desfolha é mais importante para a alfafa para assegurar um nível adequado de reservas nas raízes, do que procurar garantir uma altura residual. Smith et al. (1989), defenderam que o teor de carboidratos não-estruturais na alfafa, possivelmente seja um importante indicador da persistência sob pastejo, sob lotação contínua.

Os efeitos do método de pastejo na pastagem, podem ser avaliados através da produtividade, da composição botânica da forragem, que estão, em última análise, associadas com a persistência do alfafal e com conseqüências sobre o ganho de peso dos animais (Bariggi & Romero, 1986; Romero et al., 1995). A lotação contínua produz na alfafa, perda de vigor, morte prematura de plantas e conseqüentemente, menor produção de forragem (Counce et al., 1984, Bariggi & Romero, 1986; Romero, 1988; Romero et al., 1995a).

Com o desenvolvimento e lançamento do cultivar Alfagraze foi demonstrado que a tolerância ao pastejo e o alto potencial produtivo podem ser obtidos em um mesmo genótipo (Smith & Bouton, 1993; Bouton, 1999), embora cultivares demonstrem comportamentos diferentes, dependendo da região ou condições edafoclimáticas onde são estudados (Evangelista et al., 2001; Oliveira et al., 2001; Botrel et al., 2002a e 2002b; Da Silva et al., 2002; Léo et al., 2002; Ferreira et al., 2002; Ruggieri et al., 2002). O cultivar Crioula, considerado como o material nacional mais promissor é o mais utilizado no país, embora sejam escassas as informações sobre seu desempenho sob pastejo. Existe a necessidade de estudos sob indicadores da persistência em alfafa sob pastejo, com materiais locais e com as novas introduções, em sistemas intensivos de produção. O objetivo deste estudo foi avaliar os determinantes morfofisiológicos da persistência de genótipos de alfafa com diferentes aptidões, adaptações e graus de dormência, em resposta a método de pastejo e irrigação, num ambiente tropical. É de

esperar que os resultados obtidos sejam úteis para pesquisas futuras assim como guia para o manejo da espécie sob pastejo, gerando informações relevantes o que redundará em grande benefício para melhorar os índices de produtividade animal da pecuária do Brasil Central e de outras áreas tropicais e subtropicais.

4.2 Material e Métodos

O estabelecimento, práticas culturais, delineamento experimental e tratamentos e monitoramento das condições experimentais, é o mesmo que foi reportado no capítulo 3.

Para quantificar a persistência da alfafa os estandes foram caracterizados em quatro pontos da estação do pastejo (7, 115, 252 e 330 dias após o início do experimento), nas datas 7 de março, 23 de junho, 7 de novembro de 2001 e 24 de janeiro de 2002. Em cada data, o número de plantas (coroas) por m^2 foi contado dentro de uma moldura de $0,25 m^2$ jogada ao acaso cinco vezes em cada sub-parcela.

Devido à grande participação de invasoras, decidiu-se incluir a massa de forragem pré-pastejo produzida pelas ervas daninhas para posterior ponderação da sua participação na massa total de alfafa. Procedeu-se a separação do material no campo e classificados em dois porções: alfafa e invasoras. As amostras foram levadas à estufa de ar forçado a $60^\circ C$ onde foram secas até peso constante e em seguida pesadas.

O nível de reservas orgânicas foi quantificado em amostras pré-pastejo do sistema radicular (até 15 cm de profundidade) e de coroas (até 5 cm de altura) 1, 86, 214 e 325 dias após o início do experimento. Em todas as sub-parcelas as amostragens foram feitas imediatamente antes do pastejo. Em cada sub-parcela, seis plantas eram coletadas, nas primeiras horas da manhã. A amostra resultante era imediatamente levada para laboratório e padronizada para uma profundidade de 15 cm, e lavada. A parte aérea também era cortada a uma altura de 5 cm, do nível do solo, constituindo a parte correspondente à coroa, descartando-se o material vegetativo acima dessa altura. As amostras compostas eram então lavadas e secas em estufa de ar forçado a $105^\circ C$ por uma hora, para inativar as enzimas respiratórias, em seguida, passadas para estufa de

circulação forçada de ar, a 60°C, até peso constante, sendo então pesadas, moídas em moinho tipo Wiley com peneira de malha 1mm.

A determinação de carboidratos totais não estruturais (CNE) seguiu procedimento de Smith (1969b), descrito por Silva (1981), baseado na digestão ácida das amostras com ácido sulfúrico e precipitação dos carboidratos por sulfato de cobre, com posterior titulação com tiosulfato de sódio. A digestão utilizada para a obtenção do extrato na determinação do nitrogênio total (NT) foi a sulfúrica e a destilação foi conduzida em aparelho semi-micro Kjeldahl, titulando-se posteriormente com ácido sulfúrico (AOAC,1995).

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS[®] (Littell et al., 1996). Para a obtenção das médias, foi utilizado o método dos quadrados mínimos (LSMEANS), e para efeito de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o teste de Tukey com um nível de significância de 5% para as variáveis plantas por metro quadrado e erva daninha. Para as variáveis carboidratos não estruturais (CNE) e nitrogênio total (NT) em raízes, coroa e estoque, trabalhou-se com um nível de significância de 10%. As interações significativas foram desdobradas de acordo com os fatores envolvidos.

4.3 Resultados e Discussão

Para estande de plantas (Figura 1) houve efeito de cultivar ($P=0,0001$), dias após o início do pastejo ($P=0,0001$), e da interação método x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$). Não houveram interações método x cultivar ($P=0,1894$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,1566$). A amplitude dos valores médios do número de plantas m^{-2} , aos 7 e 330 dias após o início do pastejo, sob lotação contínua foi de 225,6 a 17,7 plantas m^{-2} , enquanto no pastejo rotacionado, os valores foram de 243,1 a 78,4 plantas m^{-2} , respectivamente.

Figura 1 - Estande de plantas em genótipos de alfafa sob pastejo, de março de 2001 a janeiro de 2002.

A eliminação de hastes e folhas através de cortes ou pastejos em momentos inadequados afeta não somente a produção como também a persistência do alfafal. O tempo requerido para se manifestar a deterioração do alfafal através da lotação contínua, depende de fatores como pressão de pastejo, cultivar, condições climáticas e do solo, ataque de pragas e doenças, comprimento do ciclo da estação de crescimento (Counce et al., 1984; Bariggi & Romero, 1986; Romero, 1988; Romero et al., 1995a).

No presente estudo, ficou evidente a diferença do desempenho dos cultivares tolerantes e não tolerantes ao pastejo, no estande final de plantas e na percentagem de sobrevivência. Crioula e CUF-101, não sobreviveram ao pastejo sob lotação contínua aos 330 dias após o início do pastejo. O melhor desempenho sob lotação contínua foi obtido com Alfagraze (26% de sobrevivência), e ABT-805 (10,7%) seguidos por Pioneer 5432 com 7,3% (Tabela 1) o que confirma os resultados obtidos por Oliveira (2001).

Tabela 1. Sobrevivência de genótipos de alfafa sob pastejo sob lotação contínua, 7 e 330 dias após o início do experimento.

Cultivar	Estande de plantas		Sobrevivência
	Inicial	Final	
	----- plantas m ⁻² -----		----- % -----
ABT-805	220,53	23,6	10,70 ^B
Alfagraze	245,73	63,87	25,99 ^A
Crioula	189,60	0,00	0,00 ^C
CUF-101	221,20	0,00	0,00 ^C
Pioneer 5432	254,07	18,5	7,30 ^B

CV (%) = 6,18

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras não diferem entre si (P>0,05).

O cultivar ABT-805 foi o mais persistente (44,9% de sobrevivência) seguido por Alfagraze (34,4%) ao final do experimento. Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432 apresentaram persistência semelhante com 26,9% de sobrevivência em média (Tabela 2).

Tabela 2. Sobrevivência de genótipos de alfafa sob pastejo rotacionado, 7 e 330 dias após o início do experimento.

Cultivar	Estande de plantas		Sobrevivência
	Inicial	Final	
	-----Plantas m ⁻² -----	-----	----- % -----
ABT-805	250,0	112,3	44,9 ^A
Alfagraze	270,1	92,9	34,4 ^A
Crioula	229,1	63,2	27,6 ^B
CUF-101	225,1	63,5	28,2 ^B
Pioneer 5432	241,3	60,1	24,9 ^B

CV (%) = 19,74

^{AB} Médias na coluna seguidas de mesmas letras não diferem entre si (P>0,05).

Bouton (1999), relatou que Alfagraze, manteve melhores estandes sob pastejo em parcelas quando comparada às melhores variedades “testemunhas” em quatro Estados nos EUA, com valor médio de 66,5% de sobrevivência. Bouton & Smith (1998) avaliando a tolerância de Alfagraze ao pastejo, obtiveram 53,8% de sobrevivência, com um estande inicial de 125,9 e final em torno de 67,8 plantas m⁻².

No presente estudo, todos os genótipos sobreviveram melhor sob lotação rotacionada do que sob lotação contínua. Saibro et al. (2001) em dois anos de avaliação de cultivares de alfafa, no Rio Grande do Sul, realizaram 22 cortes no início da floração, obtendo valores semelhantes na taxa de sobrevivência para Crioula (65,3%) e Alfagraze (65,5%).

Oliveira et al. (2001) em Piracicaba, em experimento de cultivares de alfafa para produção de feno, modificado após o segundo ano para avaliação sob pastejo, quando submeteram esses materiais usando desfolhas rápidas com altas taxas de lotação nas datas 21/7, 23/9, 6/12 e 15/01, obtiveram uma redução no estande de plantas em

torno de 47% em Crioula Brasileira e de 22% para Crioula Chilena. O estande inicial e final de plantas foi de 28,7 e 15,3 plantas m^{-2} para Crioula Brasileira e de 36 e 28,45 plantas m^{-2} para Crioula Chilena, respectivamente. O cultivar Chileno mostrou maior tolerância ao pastejo com menor redução do estande de plantas e menor mortalidade, quando comparado com Crioula Brasileira.

Perez et al. (2002) avaliaram a tolerância ao pastejo de germoplasmas de alfafa, durante 13 meses, em Rio Pardo (RS), entre eles Crioula proveniente de três localidades, Chile, Ledur e Roque, utilizando como testemunha tolerante ao pastejo o ABT-805 e como não tolerante CUF-101. O melhor desempenho foi de ABT-805 com a maior sobrevivência de plantas (90%), enquanto que, dentre os germoplasmas de Crioula, aquele proveniente do Chile mostrou a maior sobrevivência (65%), seguido por Ledur (55%) e Roque (59%), enquanto CUF-101 (45%), teve menor sobrevivência.

Smith et al. (1989) avaliaram cultivares de alfafa, incluindo a GA-GC (atualmente Alfagraze) sob lotação contínua, obtendo boa persistência e densidade de estande, após 3 anos de pastejo, com um estande inicial em torno de 124 e final ao redor de 64 plantas m^{-2} . Segundo aqueles autores, cultivares destinados à fenação apresentaram altas taxas de mortalidade, prejudicando a rebrota e reduzindo a produtividade e persistência, o que não aconteceu com os materiais tolerantes ao pastejo. No presente estudo, os cultivares “tipo feno” foram os mais prejudicados pela ação do pastejo (Tabelas 1 e 2 e Figuras 1).

A mortalidade de plantas para ambos os métodos de pastejo, até os 115 dias após o início do pastejo foi semelhante, em valores relativos correspondendo 34% de morte de plantas sob lotação contínua e 37% no rotacionado. A partir dos 252 dias após o início do pastejo, as diferenças foram marcantes, com taxa de mortalidade sob lotação contínua em torno de 74% e no rotacionado em 52%. Aos 330 dias após o início do pastejo, sob lotação contínua houve 92% de mortalidade de plantas e em torno de 67% no pastejo rotacionado (Figura 2).

Figura 2 - Mortalidade de plantas em função dos dias após o início do pastejo.

Smith & Bouton (1993), em dois experimentos selecionando materiais tolerantes ao pastejo sob lotação contínua, verificaram em Alfagraze mortalidade de plantas entre 58 e 71%, com um estande inicial e final de plantas em torno de 188 e 79 e de 221 a 65 plantas m^{-2} respectivamente, em dois experimentos. Os mesmos autores relataram que, a redução no estande de plantas ao final do experimento ocorreu pela compensação natural nas características do tamanho e número de plantas, aumentando o tamanho da coroa e produção de hastes por planta, diminuindo a densidade populacional mas mantendo a produção total de forragem por área (Sheaffer et al., 1988; Belesky & Fedders, 1997).

Volenc et al. (1987), estudaram a influência da densidade populacional de plantas em relação aos componentes de produção de forragem como, plantas por unidade de área, hastes por planta e produção por haste, em diferentes germoplasmas de alfafa,

sendo o Vernal (com grau de dormência semelhante ao da Alfagraze) um dos avaliados. Para os autores, a produção de forragem por haste foi um importante indicador da produção de forragem por planta, em condições de alta densidade de plantas. Ficou evidenciado que Vernal produz maior quantidade de hastes finas por planta, com menor quantidade de lignina e alta digestibilidade, manifestando a compensação na redução da densidade de plantas com elevadas produções por planta, quando comparado com outros cultivares. Os valores médios obtidos com o cultivar Vernal, em 5 cortes foram em torno de 14,4; 8,4; 4,8; 2,3 e 1,2 g planta⁻¹ nas densidades de 11; 22; 43; 97 e 172 plantas m⁻², respectivamente.

Belesky & Fedders (1997) estudaram a influência da altura do corte (< 2 cm; 2-5 cm e 10 cm) na produtividade e persistência dos cultivares Alfagraze, Apollo e Cimarron, em condições de solo ácido e sem irrigação. Houve uma redução média de 400 para 80 coroas m⁻² durante os 4 anos do período experimental. Em Alfagraze a melhor altura foi de 2-5 cm, com alturas menos que 2 cm causando redução de 65% no estande, e alturas maiores (10 cm), reduzindo o estande em 50% e aumentando a quantidade de invasoras. Alfagraze apresentou maior densidade de plantas e maior produção de hastes por planta quando comparado com Apollo e Cimarron.

Romero (1988) observou em um cultivar com dormência intermédia (WL 318), elevada produção e persistência apesar de ter sido submetido a desfolhas severas. No entanto cultivares sem dormência mantiveram a produtividade e a persistência durante três anos, mas essa relação entre produtividade e persistência, pode ser modificada com mau manejo. Aquele autor obteve produtividade de 19,7 Mg ha⁻¹ e 22% de sobrevivência, em 4 anos de pastejo com o WL-508. O mesmo cultivar no mesmo período de tempo, quando submetido a lotação contínua produziu 8 Mg ha⁻¹ e não persistiu sob pastejo, com 100% de mortalidade.

No presente experimento Crioula e CUF-101 produziram em torno de 20 Mg ha⁻¹ sob lotação contínua e tiveram 0% de sobrevivência 330 dias após o início do pastejo. Com pastejo rotacionado produziram 18 Mg ha⁻¹ com 28% de sobrevivência (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Produção (AFT) e sobrevivência de genótipos de alfafa sob lotação contínua, aos 330 dias após o início do pastejo (Maiúsculas entre cultivares AFT e minúsculas sobrevivência)

Figura 4 - Produção (AFT em Mg ha⁻¹) e sobrevivência (%) de genótipos de alfafa sob pastejo rotacionado, aos 330 dias após o início do pastejo (Maiúsculas entre cultivares AFT e minúsculas sobrevivência)

A composição botânica (% de forragem de alfafa na massa de forragem pré-pastejo) sofreu efeito de método de pastejo ($P=0,0001$), cultivar ($P=0,0079$), dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e das interações método x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$), método x cultivar ($P=0,0004$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$). A amplitude da percentagem de alfafa na forragem total, nos tratamentos com lotação contínua ficou entre 55,6% (Alfagraze) e 9,6% (CUF-101) aos 210 dias após o início do pastejo, com uma diminuição drástica para 1,5% (Alfagraze) e 0,04% (ABT-805) 321 dias após o início do pastejo. Nos tratamentos com pastejo rotacionado, a proporção de alfafa na forragem foi semelhante para os cultivares, ao redor de 97% aos 210 dias e variando de 12,7 (Pioneer 5432) a 47,3% (ABT-805) 321 dias após o início do pastejo (Tabela 3).

Tabela 3. Quantidade relativa de forragem de alfafa na massa total aos 210 e 321 dias após o início do pastejo.

Cultivar	210 dias		321 dias	
	Lot. Contínua	Lot. Rotacionada	Lot. Contínua	Lot. Rotacionada
	----- % -----		-----	
ABT-805	37,9 ^{Aa}	98,5 ^{Ac}	0,00 ^{Ab}	47,3 ^{Ad}
Alfagraze	55,6 ^{Ba}	98,2 ^{Ac}	1,5 ^{Ab}	23,9 ^{Bd}
Crioula	23,9 ^{Ca}	98,6 ^{Ac}	0,00 ^{Aa}	29,4 ^{Bd}
CUF-101	9,6 ^{Da}	96,7 ^{Ac}	0,00 ^{Aa}	32,7 ^{Bd}
Pioneer 5432	39,2 ^{Aa}	96,4 ^{Ac}	0,00 ^{Ab}	12,7 ^{Cd}

EPM= 6,0356

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,05$).

Maiores densidades de estandes em Vernal (11, 22, 43, 97 e 172 plantas m^{-2}) revelaram diminuição na produção por planta (14,4, 8,4, 4,8, 2,3 e 1,2 g planta $^{-1}$) (Volenec et al., 1987). A degradação do estande está associada com a competição entre as plantas, os efeitos de doenças, ataque de pragas e insetos, ambiente e manejo. Reduções severas na densidade populacional de plantas causam diminuição na produtividade da forragem, mas existe a compensação natural aumentando o número de hastes e produção de forragem por planta (Volenec et al., 1987; Sheaffer et al., 1988; Smith & Bouton, 1993; Belesky & Fedders, 1997). Quando luz, água e nutrientes não são limitantes, a planta que mais resiste ao estresse é a planta tolerante. Ficou evidenciado que cultivares não tolerantes ao pastejo (Crioula e CUF-101), ou aparentemente tolerantes mas não adaptados à lotação contínua (Pioneer 5432), não sobreviveram sob pastejo, com essas parcelas apresentando, 321 dias após o início do pastejo, invasão generalizada de ervas daninhas (100%). Dos cultivares não dormentes não adaptados ao pastejo, CUF-101 foi o que revelou menor tolerância. Duzentos e dez dias após o início do pastejo, a composição da massa era somente de 9,6% de alfafa. Isto significa que CUF-101, nessa ocasião já revelava a degradação do estande (Tabela 3).

Duzentos e dez dias após o início do pastejo sob lotação contínua, parcelas de Alfagraze foram as que apresentaram maior proporção de alfafa na massa de forragem (55,6%), demonstrando sua característica de alta tolerância ao pastejo. ABT-805 e Pioneer 5432, foram intermediárias, com 37,9 e 39,2 %, respectivamente. Crioula teve 23,9% e CUF-101 9,6% de alfafa na massa de forragem. No mesmo período de tempo, sob pastejo rotacionado os cultivares tiveram um desempenho semelhante no que diz respeito à percentagem de alfafa na massa de forragem com valor médio de 97%.

Trezentos e vinte e um dias após o início do experimento, as únicas parcelas sob lotação contínua com alguma forragem de alfafa na massa total eram as de Alfagraze, com 1,5%. Sob pastejo rotacionado ABT-805 (47,3% de alfafa), CUF-101 (32,7%) e Alfagraze (23,9%) foram aquelas com maior participação de alfafa na massa total, com alguma tendência para diferenças, provavelmente em função das características morfológicas contrastantes entre materiais de diferentes graus de dormência. Nos cultivares não dormentes a coroa é menor, com menos hastes, o hábito

de crescimento é ereto e a maior produção de forragem ocorre no outono e inverno. Os cultivares dormentes possuem coroa maior, maior quantidade de hastes, hábito decumbente, produzindo a maior quantidade de forragem principalmente na primavera (Rossanigo et al., 1995a). Pioneer 5432 manifestou a menor participação de alfafa na massa total, (12,7%). Talvez seu grau de dormência, a elevada pressão de pastejo e a falta de adaptação às condições tropicais possam ter influenciado nessa resposta (Tabela 3).

Os teores de carboidratos não-estruturais em raízes (TCr) e coroa (TCc) de alfafa sofreram efeito de método ($P=0,0249$), data de amostragem ($P=0,0001$) e da interação do método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$), não sendo verificado efeito de cultivar ($P=0,2702$) e das interações do método de pastejo x cultivar ($P=0,4538$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,1485$) para as raízes. Houve efeito de método ($P=0,0064$), data de amostragem ($P=0,0001$) e das interações do método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$). Não houve, no entanto, diferença, entre cultivares ($P=0,1527$) nem efeito das interações do método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,8823$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,3954$) para as coroas. A amplitude dos valores médios dos teores de CNEr, sob lotação contínua, foi entre 259,9 (primeiro dia) e 147,4 g kg⁻¹ MO aos 214 dias após o início do pastejo. Sob lotação rotacionada, foi de 220,6 (primeiro dia) a 309,6 g kg⁻¹ MO aos 325 dias após o início do pastejo. A amplitude dos valores médios dos teores de CNEc, sob lotação contínua foi de 160,6 (primeiro dia) e 60,6 g kg⁻¹ MO (aos 325 dias). Sob lotação rotacionada, foi de 160,8 a 153,9 g kg⁻¹ MO aos 325 dias após o início do pastejo. Houve redução nos teores de TCr e TCc, sob lotação contínua, em torno de 43,3 e 62,3%, respectivamente. Sob lotação rotacionada foi de 5%, tanto para raízes quanto coroas (Tabela 4).

Tabela 4. Teores de carboidratos não-estruturais em raízes (TCr) e coroas (TCc) de alfafa com relação ao método de pastejo, ao longo do experimento.

Método de pastejo	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- TCr (g kg ⁻¹ MO) -----			
Lotação contínua	259,9 ^{Aa}	153,2 ^{Bb}	147,4 ^{Bb}	0,00
Lotação rotacionada	220,6 ^{Bb}	235,3 ^{Ab}	210,8 ^{Ab}	309,6 ^{Aa}
	----- TCc (g kg ⁻¹ MO) -----			
Lotação contínua	160,6 ^{Ca}	55,4 ^{Db}	60,6 ^{Db}	0,00
Lotação rotacionada	160,8 ^{Ca}	90,6 ^{Cb}	119,2 ^{Cc}	153,9 ^{Ba}

EPM CNEr=10,25 g kg⁻¹ MO

EPM CNEc=6,74 g kg⁻¹ MO

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

Herling et al. (1998), com cortes realizados aos 10% de floração, constataram teores de CNE na base do caule ao redor de 157, 101 e 164 g kg⁻¹ aos 0, 10 e 27 dias, respectivamente. Os autores enfatizaram que o corte tardio quando alfafa tinha 100% de floração favoreceu o acúmulo na base das hastes, com teores aproximados de 310 g kg⁻¹.

Em gramíneas forrageiras de clima temperado tem-se encontrado teores de CNE em torno de 60 a 180 g kg⁻¹, enquanto em gramíneas tropicais os valores variam entre 10 e 140 g kg⁻¹ (Gross, 1988; Carvalho et al., 2001). Pedreira et al. (2000) obtiveram em capim-bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] cv Florakirk o maior teor de CNE em rizomas em torno de 107 g kg⁻¹ na MO quando o resíduo pós-pastejo era de 16 cm e ao redor de 99 g kg⁻¹ quando era de 24 cm. Ortega-S. et al. (1992) em amendoim perene (*Arachis glabrata* Benth.) cv. Florigrade reportaram teores de CNE em raízes entre 58 e 210 g kg⁻¹. Herling et al. (1998) estudando alfafa Crioula, com cortes praticados em três estádios de florescimento, encontraram os maiores teores de CNE nas raízes com 50% de floração em torno de 270, 216 e 188 g kg⁻¹ correspondendo aos 0, 10 e 27 dias após o corte, respectivamente, sendo restabelecidos os níveis de

carboidratos aos 27 dias de rebrota. Esse últimos verificaram maiores teores de CNE no sistema radicular que na base das hastes.

Elevadas temperaturas reduzem o teor de CNE nas raízes da alfafa. Têm-se verificado que cortes freqüentes em cultivares não dormentes provocam diminuição na produção de forragem e morte de plantas (Feltner & Massengale, 1966). Os cultivares Crioula e CUF-101 (não dormentes) manifestaram a falta de tolerância ao pastejo sob lotação contínua, não persistindo, até o final do experimento. Smith & Bouton (1989) demonstraram que os cultivares mais tolerantes ao pastejo possuem maior nível de reservas de carboidratos.

Smith et al. (1992) obtiveram em Alfagraze teores de CNE nas raízes em torno de 299 (consorciada) e 278 g kg⁻¹ (estande puro), sob lotação contínua. No presente estudo, o teor de CNEr e CNEc em Alfagraze foi de 233 e 118 g kg⁻¹, respectivamente. Costa & Saibro (1994) verificaram teores médios de CNE em raízes e coroa de Crioula quando foram submetidos a corte, em torno de 289, 273 318 e 327 na primavera, no verão, no outono e no inverno, respectivamente.

O estoque de carboidratos não-estruturais em raízes (ECr) e coroas (ECc) de alfafa (produto entre o teor de CNE e a massa de raízes) pode estar associado com a persistência da planta sob corte ou pastejo (Pedreira, 1995). Pequenas quantidades de CNE podem estar relacionadas com severas defoliações, sendo um importante indicador de persistência sob pastejo com lotação contínua (Smith et al., 1989).

O ECr foi afetado pelo método de pastejo ($P=0,0066$), cultivar ($P=0,0001$) e dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e pelas interações método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,0306$), mas não houve efeito da interação método de pastejo x cultivar ($P=0,3823$). (Tabela 4.6). A amplitude dos valores médios dos Er, ao longo do período experimental, foi de 670,39 g m² (Pioneer 5432, primeiro dia) a 121,78 g m² (Pioneer 5432, 325 dias após o início do pastejo). O maior valor de Er foi da Pioneer 5432, no primeiro dia de pastejo, não diferindo dos da ABT-805, CUF-101, Alfagraze e Crioula. Oitenta e seis dias após o início do pastejo, os Er da Alfagraze e ABT-805 foram iguais e superiores aos da Crioula, Pioneer 5432 e CUF-101. Duzentos e catorze dias após o início do

pastejo, o maior valor era da Alfagraze e o menor da CUF-101, ambos diferentes daqueles da ABT-805, Pioneer 5432 e Crioula. O maior valor médio de Er aos 325 dias após o início do pastejo, foi da Alfagraze diferente daqueles em ABT-805 e Pioneer 5432. Crioula e CUF-101, não apresentaram valores de Er pela baixa persistência no estande de plantas, 325 dias depois de iniciado o pastejo (Tabela 5).

Tabela 5. Estoque de carboidratos não-estruturais em raízes (ECr) de genótipos de alfafa sob pastejo, em função dos dias após o início do pastejo.

Cultivar	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- g m ⁻² -----			
ABT-805	663,9 ^{Aa}	471,0 ^{Ab}	244,8 ^{Bc}	280,5 ^{Ac}
Alfagraze	618,6 ^{Aa}	518,5 ^{Ab}	365,0 ^{Ac}	355 ^{Ac}
Crioula	592,0 ^{Aa}	351,9 ^{Bb}	191,1 ^{Bc}	0,00
CUF-101	628,9 ^{Aa}	291,4 ^{Bb}	120,7 ^{Cc}	0,00
Pioneer 5432	670,4 ^{Aa}	332,7 ^{Bb}	233,4 ^{Bc}	121,8 ^{Bd}

Valores são médias da interação cultivar x dias após o início do pastejo)

EPM cultivares=25,4672

EPM dias após o início do pastejo=24,9370

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

O ECc foi afetado pelo método de pastejo ($P=0,0074$), cultivar ($P=0,0001$) e dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e pela interação método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,0029$), mas não houve efeito das interações método de pastejo x cultivar ($P=0,8524$) e cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,3823$) (Tabela 6). A amplitude dos valores médios dos ECc, sob lotação contínua, ao longo do período experimental, foi de 386,3 g m⁻² (primeiro dia) a 59,2 g m⁻² aos 214 dias após o início do

pastejo, e variando de 413,9 (primeiro dia) e 169,7 g m⁻², 325 dias depois de iniciado o pastejo, sob lotação rotacionada. (Tabela 6).

Tabela 6. Estoque de carboidratos não-estruturais em raízes (Er) e coroas (Ec) de alfafa com relação ao método de pastejo, de março de 2001 a janeiro de 2002.

Método de pastejo	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- ECr (g m ⁻²) -----			
Lotação contínua	664,0 ^{Aa}	315,9 ^{Bb}	133,9 ^{Cc}	0,00
Lotação rotacionada	605,5 ^{Aa}	470,3 ^{Ab}	328,1 ^{Ac}	343,1 ^{Ac}
	----- ECc (g m ⁻²) -----			
Lotação contínua	386,3 ^{Ca}	97,2 ^{Db}	59,2 ^{Dc}	0,00
Lotação rotacionada	413,9 ^{Ba}	166,3 ^{Cc}	185,1 ^{Bc}	169,7 ^{Ba}

EPM Er=22,27 g m⁻²

EPM Ec=22,48 g m⁻²

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

Chaparro et al. (1996) e Spitaleri et al. (1994) reportaram que desfolhas severas podem ser associadas à redução nos estoques de carboidratos. Ortega-S. et al. (1992), estudaram a combinação de área foliar remanescente (500, 1500 e 2500 kg ha⁻¹) e períodos de descanso (7, 21, 42 e 63 dias), em amendoim perene (*Arachis glabrata* Benth.) cv. Florigraze, durante dois anos de avaliação sob pastejo. Os autores encontraram valores em torno de 450 e 4100 kg ha⁻¹ de massa de raízes e variando de 58 a 210 g kg⁻¹ nos teores de CNE, enfatizando que as altas frequências de pastejo (7 dias) associado às desfolhas severas (500 kg ha⁻¹) afetaram o estoque de reservas pela diminuição na massa radicular. Alison & Hoveland (1989) mostraram que com menores áreas foliares remanescentes a massa de raízes diminuiu em cornichão (*Lotus corniculatus* L.), evidenciando essa diminuição de massa radicular com altas frequências de desfolha. No presente estudo, os Er e Ec sofreram redução drástica 325 dias após o

pastejo, sob lotação contínua, em torno de 79,8 e 84,7%, respectivamente. Sob pastejo rotacionado, a diminuição nos Er foi de 45,8 e 59% para os Ec (Tabela 6).

Com relação ao órgão de armazenamento dos CNE, as raízes sempre mostraram os maiores estoques, no decorrer do experimento. Pioneer 5432, ABT-80 e Alfagraze sofreram reduções nos Er, ao longo do período experimental, ao redor de 82, 43 e 58%, respectivamente. Duzentos e catorze dias após o início do pastejo, Crioula e CUF-101 já manifestavam sinais de não tolerância ao pastejo, com reduções nos Er em torno de 68 e 81%, respectivamente (Tabela 5).

Os teores de nitrogênio total em raízes (TNr) de alfafa sofreram efeito de data de amostragem ($P=0,0001$) e das interações cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,0056$), método x dias após o início do pastejo ($P=0,0013$), não sendo verificado efeito de cultivar ($P=0,2702$), de método ($P=0,6086$), nem da interação método de pastejo x cultivar ($P=0,4865$) (Tabela 7). Para os teores de nitrogênio total em coroas (TNc) de alfafa, houve efeito de data de amostragem ($P=0,0001$) e das interações cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,00899$) e método de pastejo x dias após o início do pastejo ($P=0,00480$), não sendo verificado efeito de cultivar ($P=0,7110$), método de pastejo ($P=0,3245$), nem da interação método de pastejo x cultivar ($P=0,1527$). A amplitude dos valores médios dos teores de N foram de 160,7 e 196,3 g kg⁻¹ MO (lotação contínua) e de 147 a 216,5 (lotação rotacionada) para as raízes, e variando de 187 a 283,5 (lotação contínua) e de 177,7 a 273,1 (lotação rotacionada) para as coroas. (Tabela 8).

Tabela 7. Teores de nitrogênio total em raízes (TNr) e coroas (TNc) de alfafa em resposta ao método de pastejo, de março de 2001 a janeiro de 2002.

Método de pastejo	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- TNr (g kg ⁻¹ MO) -----			
Lotação contínua	160,7 ^{Cb}	170,9 ^{Bb}	196,3 ^{Ca}	0,00
Lotação rotacionada	147,2 ^{Dc}	183,1 ^{Bb}	216,5 ^{Ba}	147,3 ^{Bc}
	----- TNc (g kg ⁻¹ MO) -----			
Lotação contínua	187,0 ^{Ac}	244,0 ^{Ab}	283,5 ^{Aa}	0,00
Lotação rotacionada	177,7 ^{Bc}	258,1 ^{Ab}	273,1 ^{Aa}	188,5 ^{Ac}

EPM Nr=4,45 g kg⁻¹ MO

EPM Nc=8,43 g kg⁻¹ MO

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

Tabela 8. Teores de nitrogênio total em coroa (TNc) de genótipos de alfafa sob pastejo em relação aos dias após o início do pastejo.

Cultivar	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- g kg ⁻¹ MO -----			
ABT-805	183,9 ^{Ac}	239,8 ^{Bb}	278,0 ^{Aa}	198,1 ^{Ac}
Alfagraze	168,7 ^{Ab}	280,9 ^{Aa}	290,1 ^{Aa}	207,5 ^{Ac}
Crioula	188,3 ^{Ab}	253,7 ^{Ba}	260,6 ^{Ba}	0,00
CUF-101	181,6 ^{Ac}	240,2 ^{Bb}	270,7 ^{Ba}	0,00
Pioneer 5432	189,1 ^{Ac}	240,7 ^{Bb}	292,0 ^{Aa}	205,9 ^{Ac}

Valores são médias da interação cultivar x dias após o início do pastejo

EPM cultivares=5,6937

EPM dias após o início do pastejo=6,1758

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

Nos estoques de nitrogênio total em raízes (ENr) de alfafa houve efeito de cultivar ($P=0,001$), data de amostragem ($P=0,0001$) e das interações cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,0078$), método x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e método x cultivar ($P=0,0103$), não sendo verificado efeito de método ($P=0,1359$). Os ENc de alfafa sofreram efeito de cultivar de cultivar ($P=0,001$), data de amostragem ($P=0,0001$) e das interações cultivar x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$), método x dias após o início do pastejo ($P=0,0001$) e método x cultivar ($P=0,0386$), não sendo verificado efeito de método ($P=0,1512$). A amplitude dos valores médios dos ENr foram de 469,9 e 163,2 g m⁻² (lotação contínua) e de 416,8 e 167,3 g m⁻² (lotação rotacionada) para as raízes, e variando de 451 a 171g m⁻² (lotação contínua) e de 418,2 a 153,3 g m⁻² (lotação rotacionada) para as coroas (Tabela 9).

Tabela 9. Estoque de nitrogênio total em raízes (ENr) e coroas (ENc) de alfafa com relação ao método de pastejo, de março de 2001 a janeiro de 2002.

Método de pastejo	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	----- ENr (g m ⁻²) -----			
Lotação contínua	469,9 ^{Aa}	401,7 ^{Bb}	163,2 ^{Ca}	0,00
Lotação rotacionada	416,8 ^{Bc}	380,0 ^{Bb}	350,6 ^{Ab}	167,3 ^{Ac}
	----- ENc (g m ⁻²) -----			
Lotação contínua	451,0 ^{Aa}	394,6 ^{Ab}	171,0 ^{Bc}	0,00
Lotação rotacionada	418,2 ^{Ba}	381,5 ^{Bb}	317,7 ^{Ac}	153,3 ^{Ad}

Médias da interação método x dias após o início do pastejo

EPM ENr=27,98 g kg⁻¹ MO

EPM ENc=27,09 g kg⁻¹ MO

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si ($P>0,10$).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si ($P>0,10$).

A amplitude dos valores médios dos ENc, ao longo do período experimental, foi de 436,8 g m⁻² (ABT-805, primeiro dia) a 47,82 g m⁻² (Pioneer 5432, aos 325 dias). O maior valor de ENc foi da Pioneer 5432. Trezentos e vinte e cinco dias após o início do pastejo, Alfagraze manifestou o maior teor de ENc, o qual diferiu daqueles da ABT-805 e da Pioneer 5432. Crioula e CUF-101, não apresentaram valores de ENc pela baixa persistência do estande, 325 dias de iniciado o pastejo (Tabela 10).

Tabela 10. Estoques de nitrogênio total em coroa (ENc) de genótipos de alfafa sob pastejo, em função dos dias após o início do pastejo.

Cultivar	Dias após o início do pastejo			
	1	86	214	325
	g m ⁻²			
ABT-805	436,83 ^{Aa}	385,38 ^{Bb}	271,06 ^{Bc}	122,08 ^{Bd}
Alfagraze	436,47 ^{Ab}	551,78 ^{Aa}	364,42 ^{Ac}	180,58 ^{Ad}
Crioula	401,43 ^{Aa}	331,92 ^{Cb}	185,48 ^{Cc}	0,00
CUF-101	416,58 ^{Aa}	291,26 ^{Cb}	135,74 ^{Cc}	0,00
Pioneer 5432	481,70 ^{Aa}	379,97 ^{BCb}	265,09 ^{Bc}	47,82 ^{Cd}

Médias da interação método x dias após o início do pastejo

EPM cultivares=18,5147

EPM dias após o início do pastejo=18,9822

^{abcd}= Médias na linha seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si (P>0,10).

^{ABCD}= Médias na coluna seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si (P>0,10).

Avice et al. (1997a) estudaram nos cultivares de alfafa Lodi e Europe, a resposta ao corte realizado durante a primavera (30 e 45 dias) e sua influência na posterior rebrota e mobilização dos níveis de amido e N. Os autores enfatizaram que os níveis das reservas orgânicas foram afetados pela frequência do corte, sendo maiores os teores aos 45 dias do que quando comparado aos 30 dias e no cultivar Lodi do que no

Europe, constando que o Lodi acumulou maiores quantidades de reservas de amido e N, mobilizando-os nas três primeiras semanas da rebrota e contribuindo a rápida rebrota inicial das hastes. Kim et al. (1991) revelaram que a mobilização do N atinge um valor-teto após 10 dias de rebrota, sendo que todo esse N é utilizado para a rebrota das hastes, proveniente das reservas localizadas nas raízes e coroa. Esses autores ressaltaram que entre 25 e 35% das reservas nitrogenadas foram translocadas para atender a rebrota das hastes e o restante para a rebrota das folhas novas.

Em estudos recentes têm sido avaliados cultivares com diferente grau de dormência e sua relação na forma de sobreviver o inverno, através de ciclos de seleção, criando novas linhagens parentais com diferenças contrastantes (Cunningham et al., 1998). Raízes e gemas da coroa em cultivares não dormentes e população de plantas resistentes ao inverno de CUF-101 (CUF101-L), mostraram maiores teores de açúcares e proteínas quando comparado com linhagens parentais não resistentes de CUF-101 (Cunningham et al., 2001).

Cunningham et al. (2001) observaram maiores teores de nitrogênio nas raízes dos cultivares Norseman (GD=1), Saranac (GD=4) e Lahontan (GD=6) quando foram comparados com cultivares não dormentes como CUF-101, e reportaram diferenças nos teores de nitrogênio dentro do mesmo cultivar, quando as populações eram com maior GD (CUF-101-L), em cerca de 43 a 46 g kg⁻¹, menor GD (CUF-101-H), em torno de 38 g kg⁻¹ e dentre as linhas parentais CUF-101-O, ao redor de 41 g kg⁻¹.

No presente estudo os TNr e TNc foram de 170,8 e 231,9 g kg⁻¹ MO (Pioneer 5432), 169,7 e 236,8 g kg⁻¹ MO (Alfagraz) e ao redor de 166,3 e 224,9 g kg⁻¹ MO (ABT-805), respectivamente. Com relação ao local de acúmulo das reservas, 73% eram localizadas na coroa e 27% nas raízes. Embora para os CNE em torno de 52% foi nas raízes e 48% nas coroas. No decorrer do ano houve um aumento nos teores de Nc aos 86 e 214 dias após o início do pastejo, (Tabela 7) provavelmente porque são as épocas em que a planta requer das reservas e justamente estão na base da coroa, ou seja, prontamente disponível para ser utilizada sem gasto de energia adicional que se estivessem alocadas nas raízes. Para os ENr e ENc, Alfagraz apresentou os maiores valores 383,2 e 389,2 g m⁻² enquanto que Pioneer 5432 os menores, sendo de 293,6 e

292,1 g m⁻², respectivamente. ABT-805 situou-se numa condição intermediária, em torno de 303,8 e 313,4 g m⁻².

Volenec et al. (1987) mostraram que Vernal produz maior quantidade de hastes finas por planta, com menor quantidade de lignina de alta digestibilidade, manifestando a compensação na redução no estande com elevadas produções, quando comparado com outros cultivares. No presente experimento, Alfagraze manifestou os maiores estoques de nitrogênio total em raízes e coroas, essa condição pode estar associado com as características na seleção de suas linhagens parentais. Outro motivo pode ter sido em que acumulou maiores teores de nitrogênio devido a seu grau de dormência.

Tem-se reportado que cultivares não dormentes apresentam menores estoques de nitrogênio, enquanto os dormentes, maiores. No presente estudo ocorreu o contrário com ABT-805 mostrando elevados estoques de nitrogênio e Pioneer 5432 os menores.

4.4 Conclusões

O cultivar Alfagraze teve melhor desempenho em termos de persistência e quantidade relativa de forragem de alfafa na massa total, sendo o cultivar que apresentou maior sobrevivência de plantas nas parcelas da lotação contínuo. Ao longo do período experimental, os cultivares ABT-805 e Alfagraze mostraram maior sobrevivência de plantas enquanto que o cultivar Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432, tiveram as menores, sob pastejo rotacionado. Teores e estoques de CNE em raízes e coroas de alfafa diminuíram com o avanço da estação de pastejo, principalmente quando foram submetidos a desfolhas severas. Os cultivares Crioula e CUF-101 apresentaram menores TCr aos 214 dias após o início do experimento, sendo esse um importante indicador de persistência.

O ABT-805 revelou ter sido um dos cultivares com melhor persistência, sob pastejo rotacionado. Novas pesquisas deverão ser direcionadas a essa espécie, sob pastejo, em áreas tropicais e subtropicais, gerando valiosas informações para a indústria pecuária do Brasil Central. Com o aparecimento de novos materiais genéticos esses também deverão ser incluídos.

5 CONCLUSÕES GERAIS

O objetivo deste capítulo é condensar as informações e os resultados descritos, nos capítulos 3 e 4 e as conclusões mais importantes desta pesquisa, tentando estabelecer relações causa-efeito entre as características agronômicas de produtividade e persistência sob pastejo e os determinantes morfofisiológicos normalmente associados a essas características.

A degradação das pastagens vem sendo um dos maiores problemas relacionados com a sustentabilidade da produção animal em pastagem, no Brasil Central. Maiores retornos econômicos podem ser obtidos em situações em que as produções por animal e por área sejam elevadas e a relação custo/benefício do uso da tecnologia seja favorável. Desse modo espécies de alto potencial forrageiro como a alfafa, podem ser opções para melhorar o desempenho animal, pois associam elevada produção com alto valor nutritivo, possibilitando maiores taxas de lotação, e aparecendo como alternativas para explorar sistemas de produção animal tropicais intensivos permitindo a redução na dependência da utilização de grãos ou concentrados.

A produção de alfafa no Brasil é direcionada preferencialmente para a fenação. A maioria das pesquisas reportadas na literatura foram feitas com alfafa sob corte, sendo escassos os estudos de alfafa sob pastejo principalmente em regiões tropicais. Dentre os cultivares existentes no mercado, o Alfagraze foi desenvolvido como um cultivar tolerante ao pastejo, possuindo boa produtividade de forragem, mas cujo desempenho produtivo nas condições tropicais é pouco conhecido. O cultivar Crioula é considerado o material nacional mais promissor e é o mais utilizado no Brasil Central. O presente estudo foi conduzido para caracterizar o desempenho produtivo e identificar os determinantes morfofisiológicos da persistência de genótipos de alfafa em resposta a

método de pastejo, com o objetivo de estabelecer relações causa-efeito que sirvam tanto de guia para o manejo dessa espécie sob pastejo, como para subsidiar os programas de melhoramento genético e seleção.

No capítulo 3, foi estudado o efeito do método de pastejo, utilizando-se a técnica de “mob-grazing”, sobre o acúmulo de forragem total (AFT), o acúmulo de verão (AV), o acúmulo de inverno (AI), a taxa média diária de acúmulo de verão (TMDAV), a taxa média diária de acúmulo de inverno (TMDAI), o índice de área foliar (IAF) e a interceptação luminosa (IL) de cinco genótipos de alfafa com diferentes aptidões agrônomicas em termos de dormência, procedência e tolerância ao pastejo (ABT-805, Alfagraze, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432), submetidos a 295 dias de pastejo sob irrigação.

Os genótipos apresentaram diferentes padrões de comportamento para AFT, AV, AI, TMDAV e TMDAI, sob pastejo. ABT-805, Alfagraze e Pioneer 5432 tiveram as maiores produções de forragem, com valores médios em torno de $25,7 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, sob lotação contínua e ABT-805, Crioula e CUF-101, tiveram produções iguais (entre $17,9 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), sob lotação rotacionada.

Para o AFV no tratamento sob lotação contínua, os cultivares ABT-805 e Alfagraze concentraram sua produção durante o verão em torno de 72%, Pioneer 5432 com 68%, Crioula e CUF-101 com 63,6%, com produções que variaram entre 19, 17 e 13 Mg MS ha^{-1} , respectivamente. Sob lotação rotacionada, os AFVs foram distribuídos em 82% para Pioneer 5432, 80,7% para ABT-805, Crioula e CUF-101 e 79,7% para Alfagraze, com produções em torno de 13; 14,5 e 11 Mg MS ha^{-1} .

Com relação ao AFI o desempenho dos cultivares foi semelhante sob lotação contínua, com produtividade em torno de 7 e 8 Mg MS ha^{-1} , distribuída em 37% para os cultivares Crioula e CUF-101, 28% para ABT-805 e Alfagraze e 32% para o cultivar Pioneer 5432. Sob lotação rotacionada, as produções foram em torno de $3,5 \text{ Mg MS ha}^{-1}$ para os cultivares ABT-805, Crioula, CUF-101 e Pioneer 5432 e $2,7 \text{ Mg MS ha}^{-1}$ para Alfagraze, correspondendo a 19,6 e 20,3% da produção anual distribuída durante o inverno.

No presente estudo 70,2% do período experimental foi considerado “verão” e 29,8% “inverno”. Aparentemente, sob lotação contínua os cultivares ABT-805 (71%) e Alfagraze (71,5%) não diferiram na distribuição estacional da forragem, embora sejam diferentes enquanto ao grau de dormência. Pioneer 5432 comportou-se de maneira intermediária (68,3%). Crioula e CUF-101 foram semelhantes diferindo dentre os cultivares com distribuição de forragem no período do verão em torno de 64%. Sob lotação rotacionada, ABT-805 e Pioneer 5432 foram semelhantes (81 e 82%) diferindo de Crioula e CUF-101 (80,3 e 80,8%), enquanto Alfagraze foi de 79,7%.

As TMDAI foram iguais ou semelhantes às TMDAV, isto pode estar relacionado com o período de inverno (9 de julho a 28 de setembro de 2001), que foi mais quente (agosto/20,2°C; setembro/21,4°C) que a média dos últimos 84 anos (agosto/19,2°C; setembro/20,7°C), na localidade do experimento, favorecendo a produção dos cultivares dormentes como Alfagraze e Pioneer 5432. Esses cultivares não teriam entrado em dormência, como é de se esperar que ocorra em invernos rigorosos favorecendo o acúmulo de reservas, produzindo área foliar durante o inverno e teriam se comportando como cultivares não dormentes.

ABT-805 teve o maior IAF médio (2,1) e o máximo valor de médio de IL (53%) ao longo do experimento, sob lotação rotacionada. Alfagraze, apesar de ser um dos menos produtivos sob lotação rotacionada, foi semelhante em produção com o ABT-805, sob lotação contínua (26,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹), com um IL médio de 47% e valores médios de IAF de 1,1 e 1,8 sob lotação contínua e rotacionada, respectivamente. Pioneer 5432, situou-se numa condição intermediária, com um IL médio de 49%, produção total de forragem de 24,3 e 15,3 Mg MS ha⁻¹ano⁻¹ e valores médios de IAF (0,98 e 1,76) para a lotação contínua e rotacionada, respectivamente. O cultivar ABT-805 mostrou-se melhor adaptado ao pastejo e às condições edafo-climáticas locais, com o melhor desempenho produtivo sob pastejo.

As reservas orgânicas assumem grande importância na rebrota quando a área foliar remanescente é reduzida, ou ainda, quando a eficiência fotossintética daquelas folhas é baixa. Trabalhos desenvolvidos em alfafa reportam que os CNE podem ser utilizados para respiração durante períodos de dormência, para o início da rebrota após

corte ou pastejo, no estágio de floração e formação de sementes e em qualquer momento em que os fotoassimilados forem insuficientes para atender às necessidades da planta. No capítulo 4, foi estudado o efeito do método de pastejo, utilizando-se a técnica de “mob-grazing” sobre o estande final de plantas, a sobrevivência, a proporção de invasoras na massa e teores e estoques de CNE e N total avaliados em raízes e coroa, dos cultivares. Crioula e CUF-101 não sobreviveram ao pastejo sob lotação contínua, até o final do experimento. O cultivar com melhor persistência, sob lotação contínua foi o Alfagraze, com um estande inicial 245,7 e final de 63,9 de plantas m^{-2} , correspondendo a 26% de sobrevivência. Sob lotação rotacionada a maior sobrevivência foi obtida em ABT-805 com um estande inicial e final em torno de 250 e 112,3 plantas m^{-2} , respectivamente, correspondendo a 44,9% de sobrevivência.

Dos cultivares não dormentes não tolerantes ao pastejo, CUF-101 foi o que revelou menor tolerância. Duzentos e dez dias após o início do pastejo, sob lotação contínua, havia somente 9,6% de alfafa na massa de forragem pré-pastejo, indicando nessa data o que aconteceria com o estande de plantas ao final do experimento.

Teores e estoques de CNE em raízes e coroas de alfafa diminuíram com o avanço da estação de pastejo, quando foram submetidos a lotação contínua. Crioula e CUF-101 apresentaram menores estoques de ECr aos 214 dias após o início do experimento, sendo esse um importante indicador de persistência. Os maiores teores de TCr e TCc foram obtidos em Alfagraze, o qual não diferiu de ABT-805 nem de Pioneer 5432. Crioula e CUF-101, foram os mais prejudicados pelo pastejo, manifestando a falta de tolerância sob lotação contínua, não persistindo no estande de plantas até o final do período experimental. No presente estudo, talvez não tivesse acontecido a morte de plantas em Crioula, sob lotação contínua, se houvesse maior área foliar remanescente após o pastejo.

Trezentos e vinte e cinco dias após o início do pastejo, sob lotação rotacionada, o teor de TCr era de 309,6 g kg^{-1} MO superior a 220,6 g kg^{-1} MO, no início do experimento. Provavelmente no mês de janeiro, devido às altas temperaturas do verão, a alfafa, para evitar possíveis condições de estresse, tenha acumulado maior quantidade de CNE nas raízes, apesar da maior demanda exigida nessa época para a respiração, em vez

de utilizá-los para o crescimento e posterior rebrota da parte aérea. Outra situação poderia ter sido que os cultivares estivessem em plena floração, sendo essa uma das causas principais da maior quantidade de reservas. Sob lotação contínua, os estoques de CNE sofreram drástica redução nas raízes (79,8%) e coroas (84,7%) de alfafa e em torno de 46 e 59%, respectivamente, quando foi sob lotação rotacionada.

Com relação ao órgão de armazenamento das reservas orgânicas para os CNE, os cultivares ABT-805 e Alfagraze acumularam em torno de 51,5 e 48,5% em raízes e coroas, respectivamente, enquanto Pioneer 5432 enviou 49,6% para as raízes e 50,4% para as coroas. Os teores de N total foram acumulados em proporção relativa, em torno de 26,9% nas raízes e 73,1% nas coroas. Cultivares tolerantes ao pastejo tiveram valores médios de teores e estoques de nitrogênio total, nas raízes e coroas, em torno de 168,9 e 231,2 g kg⁻¹ MO e de 331,6 e 326,9 g m⁻², respectivamente.

Os valores relativos, expressos em percentagem de diminuição nos teores de CNE, do início até o final do experimento, servem apenas como referencial, pois estudos com isótopos permitiriam um conhecimento mais aprofundado no que diz respeito às proporções e quanto dessa percentagem pode ser mobilizado para raiz, coroa, processo respiratório, etc.

A adubação nitrogenada além de ter efeito residual curto apresenta pouco efeito cumulativo ao longo do tempo. Isto, somado ao seu custo elevado limita a utilização generalizada do nitrogênio nas pastagens tropicais. Como toda leguminosa, a alfafa tem a capacidade da fixação biológica de nitrogênio atmosférico, conferindo economicidade ao sistema da pastagem, beneficiando-se com a incorporação desse nutriente, e gerando redução potencial de custos que pode servir de subsídio para o próximo período agrícola. No Brasil Central foram feitas várias tentativas para sua introdução nos sistemas de produção, mas sua utilização ficou muito restrita, principalmente pelo desconhecimento do cultivo, falta de materiais adaptados às diferentes regiões, fertilidade do solo e manejo inadequados, etc. Assim sendo, o ponto chave para que essas mudanças ocorram é a mudança na mentalidade do pesquisador e produtor, pois ainda há muitas incertezas sobre o assunto, sendo grande o desafio a ser enfrentado e resolvido.

A inserção da alfafa dentro da empresa pecuária do Brasil Central dependerá da geração de tecnologia apropriada, permitindo assim sua transferência para as condições de produção. Na medida em que os retornos do capital investido sejam positivos o produtor irá incorporando esta nova oferta tecnológica. Para a implementação da mesma, será necessário levar em conta o custo de adoção dessa tecnologia envolvendo o custo de aprendizagem, assim como a oferta e demanda potencial dos cultivares existentes juntamente com a criação de novos materiais tolerantes ao pastejo. As técnicas de modelagem e simulação por computador podem oferecer economias substanciais de tempo e dinheiro, servindo como ferramenta de suporte à tomada de decisão por parte do produtor, mas requerem bancos de dados ainda inexistentes.

Em experimentação, sempre que possível deve-se usar períodos longos de avaliação com múltiplos anos. O que aconteceu durante o ano 2001, em que as temperaturas do inverno foram maiores que a média dos últimos 84 anos, pode ter levado a um desempenho diferente dos cultivares (principalmente os dormentes) nos acúmulos de forragem. Cabe à pesquisa científica, enriquecer as bases de dados, através da continuidade das avaliações sob variadas condições edafoclimáticas e de manejo, podendo ter um impacto significativo sobre a indústria pecuária do Brasil Central e de outras áreas tropicais e subtropicais.

Como sugestões para futuras pesquisas seria interessante, a formação de grupos multidisciplinares de estudo trabalhando em forma integrada (melhoristas, fisiologistas, especialistas em manejo, solos, nutrição animal, etc.) em programas de melhoramento com os cultivares já existentes e com as novas introduções, principalmente naqueles cultivares que apresentam menores taxas de digestão protéica, evitando uma menor incidência de timpanismo. A avaliação correta do potencial econômico e comercial desses cultivares resultará num maior reconhecimento da importância dos programas de melhoramento. Também é importante elaborar um inventário detalhado das principais pragas e doenças nas diferentes regiões produtoras. Isto é vital para o conhecimento dos potenciais e limitações para o uso da alfafa sob pastejo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREW, C. S. Effect of calcium, pH and nitrogen on the regrowth and chemical composition of some tropical and temperate pasture *legumes*. I. Nodulation and growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 27, p. 611-623, 1976

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Micro Kjeldahl method. In: CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC international**. Arlington: AOAC, 1995. cap. 12, p. 7.

AVICE, J. C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; BOUCAUD, J. Nitrogen and carbon flows estimated by ^{15}N and ^{13}C pulse-chase labeling during regrowth of alfalfa. **Plant Physiology**, v. 112, p. 281-290, 1996.

AVICE, J. C.; LEMAIRE, G.; OURRY, A.; BOUCAD, J. Effects of the previous shoot removal frequency on subsequent shoot regrowth in two *Medicago sativa* cultivars. **Plant and Soil**, v. 188, n. 2, p. 189-198, 1997a.

AVICE, J. C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; VOLENEC, J. J.; BOUCAD, J. Root protein and vegetative storage protein are key organic nutrients for alfalfa shoot regrowth. **Crop Science**, v. 37, p. 1187-1193, 1997b.

- BARIGGI, C.; ROMERO, N. Crecimiento de la alfalfa y utilización en la región pamapeana. In: BARIGGI, C.; ITRIA, C. D.; MARBLE, V. I.; BRUN, J. M. (Ed.). **Investigación, tecnología y producción de alfalfa**. Buenos Aires: INTA, 1986. p. 119-159. (Colección Científica, 22).
- BARNES, D. K.; SHEAFFER, C. C. Alfalfa. In: HEATH, M.; METCALFE, D.; BARNES, R. (Ed.). **Forages**. 5. ed. Ames: Iowa State University, 1995. v. 1, p. 205-216.
- BARONE, P.; ROSELLINI, D.; VERONESI, F.; LAFAYETTE, P.; BOUTON, J. H. PARROTT, W. Strategies for alfalfa plastid transformation. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 38., Sacramento, California, 2002. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- BASIGALUP, D. H. Present and future of alfalfa as a grazing crop in south America. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE., 37., Madison, **Proceedings**, 2000a. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- BASIGALUP, D. H. Alfalfa dinitrogen fixation in Manfredi, Argentina. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000b **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- BASIGALUP, D. H.; HIJANO, E. H. Mejoramiento genético de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 40-60. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- BELESKY, D. P.; FEDDERS, J. M. Residue height influences stand dynamics of alfalfa grown on a shallow soil. **Agronomy Journal**, v. 89, p. 975-980, 1997.

- BELLOTTI, W. D. The role of forages in sustainable cropping systems of southern Australia. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p.729-734.
- 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 do Fósforo, 1987. p. 13-48.
- BERG, W. K.; CUNNINGHAM, B. C.; JOERN, B. C.; VOLENEC, J. J. Influence of phosphorus (P) and potassium (K) nutrition on yield components, root physiology, and persistence of alfalfa (*Medicago sativa* L.). In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (21 Dec. 2002).
- BEUSELINCK, P. R.; BOUTON, J. H.; LAMP, W. O.; MATCHES, A. G.; McCASLIN, M. H.; NELSON, C. J.; RHODES, L. H.; SHEAFFER, C. C.; VOLENEC, J. J. Improving legume persistence in forage crop systems. **Journal of Production Agriculture**, v. 7, n. 3, p. 311-322, 1994.
- BLASER, R. E.; HAMMES, R. C.; FONTENOT, J. P.; BRYANT, H. T.; POLAN, C. E.; WOLF, D. D.; McCLAUGHERTY, F. S.; KLINE, R. G. **Forage-animal management systems**. Blacksburg: Virginia Agricultural Experimental Station, 1986. 90p. (Bulletin, 86).
- BOLLAND, E. J. Utilización de alfalfa en producción de leche. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p 201-203.

- BOLTON, J. L.; GOPLIN, B. P.; BAENZIGER, H. World distribution and historical development. In: HANSON, C. H. (Ed.). **Alfalfa**: science and technology. Madison: American Society of Agronomy, 1972. p. 1-34.
- BOTREL, M. A.; ALVIM, M. J. Rede Nacional de avaliação de cultivares de alfafa (RENACAL). In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p 225-233.
- BOTREL, M. A.; FERREIRA, R. P.; ALVIM, M. J.; PEREIRA, A. V.; NOVAIES, L. P. Estabelecimento e manejo de alfafa na região sudeste do Brasil (compact disc). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16., CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., Montevideo, 2000. **Anais**. Montevideo: ALPA-AUPA, 2000.
- BOTREL, M. A.; FERREIRA, R.P.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. Cultivares de alfafa em área de influência da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1437-1442, 2001.
- BOTREL, M. A.; CARNEIRO, H.; SALES, E. C. J.; ALVIM, M. J.; LÉDO, J. D. S.; PEREIRA, A. V.; XAVIER, D. F. Produção e qualidade da forragem de cultivares de alfafa avaliadas na zona de Mata de Minas Gerais (compact disc) In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002a.

- BOTREL, M. A.; EVANGELISTA, A. R.; VIANA, M. C. M.; ALVIM, M. J.; PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. D. S.; XAVIER, D. F. Avaliação de cultivares de alfafa em diferentes regiões do estado de Minas Gerais (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002b.
- BOUTON, J. H. Desenvolvimento de cultivares tolerantes ao pastejo e a acidez do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 47-65.
- BOUTON, J. H. Alfalfa. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 545-547.
- BOUTON, J. H.; GATES, R. N. Stand survival of grazing tolerant, non-dormant alfalfa cultivars when tested under different management conditions. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- BOUTON, J. H.; SMITH, S. R. **Standard test to characterize alfalfa cultivar tolerance to intensive grazing with continuous stoking**. 1998. <http://www.naaic.org> (7 Dec. 2002)
- BOUTON, J. H.; GATES, R. N.; WOOD, D. T. Registration of “ABT 805”. **Crop Science**, v. 37, p.293, 1997.
- BOUTON, J. H.; SMITH, S. R.; WOOD, D. T.; HOVELAND, C. S.; BRUMMER, E. C. Registration of “Alfagaze” Alfalfa. **Crop Science**, v. 31, p.479, 1991.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634p. (Boletim, 12).
- BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.
- BROUGHAM, R. W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 9, p. 39-52, 1957.
- BROWN, R. H.; BLASER, M. A. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v. 38, p. 1-9, 1968.
- BRUMMER, E. C.; BOUTON, J. H. Plant traits associated with grazing-tolerant alfalfa. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 996-1000, 1991.
- BRUMMER, E. C.; MOORE, K. J. Persistence of perennial cool-season grass and legume cultivars under continuous grazing by beef cattle. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 466-471, 2000.
- BURKART, A. **Las leguminosas argentinas, silvestres y cultivadas**. Buenos Aires: ACME Agency, 1952. 569p.
- CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; FAGUNDES, J. L.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; PEDREIRA, C. G. S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Scientia Agricola**, v. 58, p. 667-674, 2001.

- CASTILLO, A. R.; GALLARDO, M. R. Suplementación de vacas lecheras en pastoreo de alfalfa, concentrados y forrajes conservados. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 195-204. (Agro de Cuyo. Manuales, 11).
- CASTILLO, A. R.; ROMERO, L. A.; QUAINO, O. R.; COMERÓN, E. A. GAGGIOTTI, M. C. Supplementation of dairy cows under alfalfa grazing conditions with ground corn. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 691-693.
- CERTIFIED ALFALFA SEED COUNCIL. **Standard test**: March 1991. <http://www.naaic.org>. (13 Dec. 2002).
- CHAPARRO, C. J.; SOLLENBERGER, L. E.; QUESENBERRY, K. H. Light interception, reserve status, and persistence of clipped Mott elephantgrass. **Crop Science**, v. 36, p. 649-655, 1996.
- CIHACEK, L. J. Alfalfa nutrient needs and fertilization. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 93-98.
- COMERON, E. Sistemas de utilización de alfalfa para ganado lechero. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 195-199.

- COOPER, J. P. Potencial production and energy conversion in temperate and tropical grasses. **Herbage Abstracts**, v. 40, n. 1, p. 1-15, 1970.
- CORSI, M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados ao manejo das pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; DE MOURA, J. C.; DE FARIA, V. P. (Ed.). **Pastagens**: fundamentos da exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 15-48.
- CORSI, M.; MARTHA JUNIOR, G. B.; GONÇALVES, J. R. S.; LIMA, L. G. Desempenho animal em pastagens de alfafa. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 133-151.
- COSGROVE, G. P.; WHITE, J. G. H. Lucerne grazing management. 1. Effect of grazing duration on herbage accumulation. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 615-620, 1990a.
- COSGROVE, G. P.; WHITE, J. G. H. Lucerne grazing management. 2 Effect of grazing duration on defoliation pattern by ewes. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 621-625, 1990b.
- COSTA, C.; SAAD, J. C. C.; CRUZ, R. L. Irrigação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 95-115.
- COSTA, L. N.; SAIBRO, J. C. Efeito do regime de cortes sobre a flutuação estacional de glicídeos não estruturais em alfafa e *Paspalum guenoarum* sob cultivo consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 667-674, 1994.

- COSTA, L. N.; SAIBRO, J. C.; RIBOLDI, J. Flutuação estacional de glicídios não-estruturais em alfafa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 47-54, 1987.
- COUNCE, P. A.; BOUTON, J. H.; BROWN, R. H. Screening and characterizing alfalfa for persistence under mowing and continuous grazing. **Crop Science**, v. 24, p. 282-285, 1984.
- CUNHA, G. R. da. Evapotranspiração e função de resposta a disponibilidade hídrica em alfafa. Porto Alegre, 1991. 197p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul .
- CUNNINGHAM, S. M.; VOLENEC, J. J.; TEUBER, L. R. Plant survival and root and bud composition of alfalfa populations selected for contrasting fall dormancy. **Crop Science**, v. 38, p. 962-969, 1998.
- CUNNINGHAM, S. M.; GANA, J. A.; VOLENEC, J.; TEUBER, L. R. Winter hardiness, root physiology and gene expression in successive fall dormancy selections from “Mesilla” and “CUF 101” alfalfa. **Crop Science**, v. 41, p. 1091-1098, 2001.
- 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.
- DALL’AGNOL, M.; BOUTON, J. H.; PARROTT, W. A. Screening methods to develop alfalfa populations tolerant of acid, aluminum toxic soils. **Crop Science**, v. 36, p. 64-70, 1996.

- DALL'AGNOL, M.; CAETANO, J. H. S.; MONTARDO, D. P. Breeding alfalfa for aluminium tolerance in southern Brazil. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (21 Dec. 2002).
- DA SILVA, D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. D.; ARAÚJO, M. J. D.; BARROSO, D. D.; ANDRADE, M. V. M.; LIMA, P. J. S.; DA SILVA, M. A. Avaliação de 21 cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) em Areia-PB (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 1-62.
- DE ASSIS, A. G. Milk production under grazing in Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, Viçosa, 1997. **Anais**. Viçosa: SBZ, 1997. p. 31-57.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412p.
- EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas**: princípios e perspectivas. São Paulo: EDUSP, 1975. 341p.
- EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K. Produção de carne em pastagens. In: PEIXOTO, A. M.; DE MUORA, J. C.; DA SILVA, S. C.; DE FARIA, V. P. (Ed.). **Planejamento de sistemas de produção em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 321-350.

- EVANGELISTA, A. R.; BUENO, V. H. P. Pragas da cultura. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 175-198.
- EVANGELISTA, A. R.; SALES, E. C. J.; FREITAS, R. T. F.; REZENDE, A. V. Comportamento de 35 cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) no sul de Minas Gerais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 240-241.
- FELTNER, K. C.; MASSENGALE, M. A. Influence of temperature and harvest management on growth, level of carbohydrates in the roots, and survival of alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Crop Science**, v. 5, p. 585-588, 1966.
- FERREIRA, R. D. P.; BOTREL, M. A.; RUGGIERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; FERNANDES COELHO, A. D.; DA SILVA, F. J.; LÉDO, C. D. C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- FONTES, P. C. R. Fertilização da cultura da alfafa. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 99-115.
- FONTES, P. C. R.; COSER, A. C. MARTINS, C. E.; VILELA, D. Resposta da cultura de alfafa (*Medicago sativa* L.) a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, p. 996-1001, 1992.

- FREITAS, T. M. S.; SAIBRO, J. C. Suscetibilidade a moléstias em cultivares de alfafa na Depressão Central do Rio Grande do Sul (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre: SBZ, 1999.
- FUESS, F. W.; TESAR, M. B. Photosynthetic efficiency, yields, and leaf loss in alfalfa. **Crop Science**, v. 8, p. 159-163, 1968.
- GARDNER, F. P.; PEARCE, R. D.; MITCHELL, R. L. **Physiology of crop plants**. Ames: Iowa State University, 1985. 327p.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 370, p. 789-799, 2002.
- GOSSE, G.; LEMAIRE, G.; CHARTIER, M.; BALFOURIER, F. Structure of a lucerne population (*Medicago sativa* L.) and dynamics of stem competition for light during regrowth. **Journal of Applied Ecology**, v. 25, n. 2, p. 609-617, 1988.
- GRABER, L. F. Food reserves in relation to other factors limiting the growth of grasses. **Plant Physiology**, v. 6, p. 43-71, 1931.
- GRABER, L. F.; NELSON, N. T.; LUEKEL, W. A.; ALBERT, W. B. **Organic food reserves in relation to the growth of alfalfa and other perennial herbaceous plants**. Madison: Wisconsin Agricultural Experimental Station, 1927. 128p. (Bulletin, 80).
- GREUB, L. J.; WEDIN, W. F. Leaf area, dry matter accumulation, and carbohydrate reserves of alfalfa and birdsfoot trefoil under a three-cut management. **Crop Science**, v. 11, p. 341-344, 1971.

- GROSS, C. D. Efeitos do desfolhamento sobre os níveis das frações nitrogenadas, carboidratos e fenóis solúveis em raízes de Braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.). Piracicaba, 1988. 97p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GUPTA, U. C.; MONTEIRO, F. A.; WERNER, J. C. Micronutrients in grassland production.. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 149-156.
- HADDAD, C. M.; CASTRO, F. G. F. Sistemas de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 7-22.
- HADDAD, C. M.; DOMINGUES, J. L. Alimentos volumosos para equinos. In: MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 8., Piracicaba, 1993. **Anais**. Piracicaba: CBNA, 1993. p. 39.
- HALL, R. G.; LARSON, K. L. Water stress of alfalfa during stress and recovery. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 62, n. 3, p. 639-647, 1982.
- HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass legume association. **Advances in Agronomy**, v. 15, p. 1-117, 1980.
- HEICHEL, G. H.; DELANEY, R. H.; CRALLE, H. T. Carbon assimilation, partitioning, and utilization. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 195-228.

- HENDERSHOT, K. L.; VOLENEC J. J. Nitrogen pools in taproots of *Medicago sativa* L. after defoliation. **Journal of Plant Physiology**, v. 141, p. 129-135, 1993.
- HENDRY, G. W. Alfalfa in history. **Journal of the American Society of Agronomy**, v. 15, p. 171-176, 1923.
- HENNING, J. C. Grazing alfalfa: Is it right for you?. In: KENTUCKY ALFALFA CONFERENCE, 21., Kentucky, 2001. **Proceedings**. Kentucky: Kentucky University Press, 2001. p. 33-39.
- HERLING, V. R.; LUZ, P. H. C.; GOMIDE, C. A.; ZANETTI, M. A.; LIMA, C. G.; CORRADINI JUNIOR, R. Efeitos de época do primeiro corte sobre algumas características agronômicas da alfafa crioula (*Medicago sativa* L. cv. crioula). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p. 527-529.
- HIJANO, E. H.; BASIGALUP, D. H. El cultivo de la alfalfa en la República Argentina. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 12-18. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- HIJANO, E. H.; PÉREZ FERNÁNDEZ, J. Enfermedades de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 126-146. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. London: Longman Scientific and Technical, 1990. 203p.

- HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.
- IRWIN, J. A. G.; LLOYD, D. L.; LOWE, K. F. Lucerne biology and genetic improvement-na analysis of past activities and future goals in Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 52, n. 7, p. 699-712, 2001.
- JACQUES, A. V. A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., Piracicaba, 1973. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1973. p. 95-101.
- 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, 1., Porto Alegre, 1976. **Anais**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1976. p. 311-327.
- JUAN, N. Growth of alfalfa germoplasms differing in dormancy cut at two maturity stages. Minnesota, 1989. 123p. Thesis (.M. S.) - University of Minnesota.
- JUAN, N.; ROMERO, L.A.; BRUNO, O. A. Conservación del forraje de alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 173-192. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- JUSTES, E.; THIÉBEAU, P. AVICE, J. C.; LEMAIRE, G.; VOLENEC, J. J.; OURRY, A. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 366, p. 111-121, 2002.

- KALLENBACH, R. L.; NELSON, C. J.; COUTTS, J. H. Yield, quality, and persistence of grazing-and hay-type alfalfa under three harvest frequencies. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 1094-1103, 2002.
- KIM, T. H.; OURRY, A.; BOUCAUD, J.; LEMAIRE, G. Changes in source-sink relationship for nitrogen during regrowth of lucerne (*Medicago sativa* L.) following removal of shoots. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 18, n. 6, p. 593-602, 1991.
- KIMATI, H. Doenças. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 199-214.
- KORNELIUS, E.; RITCHEY, K. D. Comportamento da alfafa em diferentes níveis de acides do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 241-246, 1992.
- LAIDLAW, A. S.; TEUBER, N. Temperature forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 85-92.
- LANYON, L. E.; GRIFFITH, W. K. Nutrition and fertilizer use. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 333-372.
- LEACH, G. J. The growth of the lucerne plant after cutting: the effects of cutting at different stages of maturity and at different intensities. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 19, p. 517-530, 1968.
- 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.
- LÉDO, F. J. D. S.; FERREIRA, R. D. P.; BOTREL, M. D. A.; PEREIRA, A. V.; COELHO, A. D. F. Introdução e avaliação de germoplasma de alfafa no ecossistema de mata atlântica de Minas Gerais (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, E. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. cap. 1, p. 3-36.
- LI, R.; VOLENEC, J. J.; JOERN, B. C.; CUNNINGHAM, S. M. Effects of phosphorus nutrition on carbohydrate and protein metabolism in alfalfa roots. **Journal of Plant Nutrition**, v. 21, p. 459-474, 1998.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. **SAS[®] system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633p.
- LOOMIS, R. S.; WILLIAMS, W. A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J. D. (Ed.). **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA;CSSA;SSA, 1969. p. 27-47.
- LUDLOW, M. M. Light relations of pastures plants. In: WILSON, J. R. (Ed.). **Plant relations in pastures**. Melbourne: CSIRO, 1978. p. 35-49.

MACEDO, M. C. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações e sustentabilidade (compact disc). In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16., CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., Montevideo, 2000. **Anais**. Montevideo: ALPA-AUPA, 2000.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition in higher plants**. Berlin: Academic Press, 1995. 674p.

McKENZIE, R. C.; WOODS, S. A.; McKENZIE, R. H.; KRYZANOWSKI, L. Fertilizer response of irrigated alfalfa in southern Alberta. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 36., Bozeman, 1998. **Proceedings**. <http://www.naaic.org/Publications/1998Proc/proglist.html> (11 Dec. 2002)

MELTON, B.; MOUTRAY, J. B.; BOUTON, J. H. Geographic adaptation and cultivar selection. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 545-620.

MENGEL, K.; KIRBKY, E. A **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 687p.

MICHAUD, R.; LEHMAN, W. E.; RUMBAUGH, M. D. World distribution and historical development. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 25-82.

- MONTEIRO, A. L. G. Estudos morfológicos e fisiológicos da rebrota de cultivares não dormentes de alfafa (CUF-101 e Crioula) a partir do manejo de área foliar de perfilhos basilares. Piracicaba, 1989. 139p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MONTEIRO, A. L. G.; CORSI, M.; CARVALHO, D. D. Frequências de corte e intensidades de desfolha em duas cultivares de alfafa (*Medicago sativa*, L.). 1. Peso, número, produção estacional e dinâmica de aparecimento das brotações basilares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 446-452, 1999.
- MONTEIRO, A. L. G.; COSTA, C.; ARRIGON, M. de B. Avaliação do potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 1064-1068, 1998.
- NOQUET, C.; AVICE, J. C.; OURRY, A.; VOLENEC, J. J.; CUNNINGHAM, S. M.; BOUCAUD, J. Effets of enviromental factors and endogenous signals on N uptake, N partitioning and taproot vegetative storage protein accumulation in *Medicago sativa*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, n. 4, p. 279-287, 2001.
- NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE. **Alfalfa cultivars are registered with the National Alfalfa Variety Review Board.** <http://www.naaic.org/resources/cultivars.html> (11 Dec. 2002).
- NUERNBERG, N. J.; MILAN, P. A. .; SILVEIRA, C. A. M. Cultivo, manejo e utilização da alfafa. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUARIA. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis, 1990. p. 15-61.
- OLIVEIRA, P. P. A.; OLIVEIRA, W. S. TSAI, S. M. Associações simbióticas com a microbiota do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 16., Piracicaba, 1999. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1999, p. 117-132.

- 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 Energía Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo.
- OLIVEIRA, W. S.; OLIVEIRA, P. P. A.; TSAI, S. M.; CORSI, M. Carbon and nitrogen isotopic discrimination in alfalfa for high yield and quality forage. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000. **Proceedings** <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- OLIVEIRA, W. S.; OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI, M.; BOUTON, J. H.; TSAI, S. M. Avaliação preliminar de cultivares de alfafa sob pastejo com alta lotação animal e ciclos de curta duração. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 115-117.
- ORTEGA-S., J. A.; SOLLENBERGER, L. E.; BENNETT, J. M.; CORNELL, J. A. Rhizome characteristics and canopy light interception of grazed rhizoma peanut pastures. **Agronomy Journal**, v. 84, n. 5, p. 804-809, 1992.
- OURRY, A.; KIM, T. H.; BOUCAUD, J. Nitrogen reserve mobilization during regrowth of *Medicago sativa* L. **Plant Physiology**, v. 105, p. 831-837, 1994.
- PAIM, N. R. Utilização e melhoramento da alfafa. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFALFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 141-158.

- PASSOS, L. D. Indicadores fisiológicos para cultura da alfafa nos trópicos. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS, Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 149-158.
- PEDREIRA, C. G. S. Plant and animal responses on grazing pastures of “Florakirk” and “Tifton 85” bermudagrasses. Gainesville, 1995, 153p. Thesis (Ph.D.) - University of Florida.
- PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002. p. 100-150.
- PEDREIRA, C. G. S.; SOLLENBERGER, L. E.; MISLEVY, P. Botanical composition, light interception, and carbohydrate reserve status of grazed “Florakirk” bermudagrass. **Agronomy Journal**, v. 92, p. 194-199, 2000.
- PEREIRA, A. V. Avanços no melhoramento genético de gramíneas forrageiras tropicais. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002. p. 19-41.
- PEREZ, N. B.; SANTOS, R. J.; BARROS, T.; DALL’AGNOL, M. Grazing tolerance of Crioula alfalfa in Southern Brazil. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 38., Sacramento, 2002. **Proceedings** <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- QUIROS, C. F.; BAUCHAN, G. R. The genus *Medicago* and the origin 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.

- RACCA, R.; BASSIGALUP, D.; BRENZONI, E.; BRUNO, O.; CASTELL, C.; COLLINO, D.; DARDANELLI, J.; DIAZ ZORITA, M.; DUHALDE, J.; GONZÁLEZ, N.; HANSEN, W.; HEINZ, N.; LAICH, F.; LÓPEZ, A; PERALTA, O.; PERTICARI, A.; QUADRELLI, A.; RIVERO, E.; ROMERO, N.; SERENO, R. Alfalfa symbiotic dinitrogen fixation in the Argentine Pampean Region. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 36., Bozeman, 1998. **Proceedings.** <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).
- RASSINI, J. B.; FREITAS, A. R. Desenvolvimento da alfafa (*Medicago sativa* L.) sob diferentes doses de adubação potássica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, p. 487-490, 1998.
- ROMERO, N. Investigaciones y progresos en el manejo de la alfalfa. III. Producción y persistência. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 8, n. 6, p. 519-522, 1988.
- ROMERO, N. A.; COMERÓN, E. A.; USTARROZ, E. Crecimiento y utilización de la alfalfa. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995a. p. 149-170. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- ROMERO, N. A.; JUAN, N. A.; ROMERO, L. A. Establecimiento de la alfalfa en la región pampeana. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995b. p. 22-36. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- ROSELLINI, D.; BARONE, P.; BOUTON, J.; LaFAYETTE, P.; SLEDGE, M.; VERONESI, F.; PARROTT, W. Aluminum tolerance in alfalfa with the citrate synthase gene. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 38., Sacramento, 2002. **Proceedings.** <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).

- ROSSANIGO, R. O.; SPADA, M. C.; BRUNO, O. A. Evaluación de cultivares de alfalfa y panorama varietal en la Argentina. In: HIJANO, E. H.; NAVARRO, A. (Ed.). **La alfalfa en la Argentina**. Buenos Aires: INTA, 1995. p. 63-78. (Agro de Cuyo. Manuales, 11)
- ROUT, G. R.; SAMANTARAY, D.; DAS, P. Aluminium toxicity in plants: a review. **Agronomie**, v. 21, p. 3-21, 2001.
- RUGGIERI, A. C.; MONTEIRO, A. L. G.; GUALBERTO, R. Adaptability and stability of alfalfa cultivars. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001a. p. 538-539.
- RUGGIERI, A. C.; ALMEIDA, A. R. P.; FIGUEIREDO, L. A.; BOTREL, M. A. Comportamento de 20 cultivares de alfafa com 3 anos de cultivo em Sertãozinho-SP (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- RUGGIERI, A. C.; SCHMIDEK, A.; FIGUEIREDO, L. A.; ALMEIDA, A. R. P.; REIS, R. A.; MONTEIRO, A. L. G. Competição de 20 cultivares de alfafa em Sertãozinho - SP. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001b. p. 218-220.
- SAIBRO, J. C. Produção de alfafa no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 7., Piracicaba, 1984. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 61-106.

- SAIBRO, J. C.; BATTISTI, R.; FREITAS, T. M. S. Agronomic evaluation of alfalfa cultivars in Rio Grande do Sul, Brasil. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001. p. 533.
- SAIBRO, J. C.; FREITAS, T. M. S.; SILVA, J. L. S.; FUCKS, L. F. M. Rendimentos total e estacional de matéria seca de cultivares de alfafa na Depressão Central do Rio Grande Do Sul. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p. 650-652.
- SANDERSON, M. A.; JONES, R. M. Stand dynamics and yields component of alfalfa as affected by P fertility. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 241-246, 1993.
- SANTILLAN, R. A.; OCUMPAUGH, W. R.; MOTT, G. O. Estimating forage yield with a disk meter. **Agronomy Journal**, v. 71, p. 71-74, 1979.
- SARMENTO, P.; CORSI, M.; CAMPOS, F. P. de. Composição mineral da alfafa em função da utilização de fontes de fósforo, gesso e momento da calagem. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 172-173.
- SHEAFFER, C. C.; LACEFIELD, G. L.; MARBLE, V. L. Cutting scheddules and stands. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 411-437.
- SILVA, D. J. Carboidratos totais não estruturais. In: SILVA, D. J. (Ed.). **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. cap. 13, p. 104-109.

- SINGH, A.; McCAUGHEY, W. P.; SMITH, S. R.; ACHARYA, S.; BERDAHL, J. D.; BERG, B.; IWAASA, A. D.; JEFFERSON, P. G. Evaluation of grazing tolerance in alfalfa across the diverse environments of the northern great plains. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37, Madison, 2000. **Proceedings.** <http://www.naaic.org> (11 Oct. 2002).
- 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.
- SKINNER, R. H.; MORGAN, J. A.; HANSON, J. D. Carbon and nitrogen reserve remobilization following defoliation: nitrogen and elevated CO₂ effects. **Crop Science**, v. 39, p. 1749-1756, 1999.
- SLEDGE, M. K.; BOUTON, J. H.; DALL'AGNOLL, M.; PARROTT, W. A.; KOCHERT, G. Identification and confirmation of aluminium tolerance QTL in diploid *Medicago sativa* subsp. *coerulea*.. **Crop Science**, v. 42, n. 4, p. 1121-1128, 2002.
- SMITH, D. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover and birdsfoot trefoil under management schedules. **Crop Science**, v. 2, p. 75-78, 1962.
- SMITH, D. Influence of the temperature on the yield and chemical composition of "Vernal" alfalfa at first flower. **Agronomy Journal**, v. 61, n. 3, p. 470-472, 1969a.
- SMITH, D. Removing and analyzing total nonstructural carbohydrates from plant tissue. **Wisconsin Agricultural Experiment Station Research Report**, v. 41, p.1-11, 1969b.

SMITH, D. Levels and sources of potassium for alfalfa as influenced by temperature. **Agronomy Journal**, v. 63, n. 3, p. 497-500, 1971.

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

SMITH, S. R.; BOUTON, J. H. Selection within alfalfa cultivars for persistence under continuous stocking. **Crop Science**, v. 33, p. 1321-1328, 1993.

SMITH, S. R.; SINGH, A. Future of alfalfa as a grazing crop in North America. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002)

SMITH, S. R.; BOUTON, J. H.; HOVELAND, C. S. Alfalfa persistence and regrowth potential under continuous grazing. **Agronomy Journal**, v. 81, n. 6, p. 960-965, 1989.

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

SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 4. ed. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute State University Press, 1990. 422p. (Soil Management Support Services Technical Monograph, 19)

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Uso de gesso agrícola nos solos dos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 20 p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 32).

SPADA, M. C.; MOMBELLI, J. C. Production and persistence of alfalfa under cutting and grazing systems in Cordoba, Argentina, In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000a. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).

SPADA, M. C.; MOMBELLI, J. C. Growth rates of Argentine alfalfa cultivars. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 37., Madison, 2000b. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (11 Dec. 2002).

SPITALERI, R. F.; SOLLENBERGER, L. E.; SCHANK, S. C.; STAPLES, C. R. Defoliation effects on agronomic performance seeded *Pennisetum* hexaploid hybrids. **Agronomy Journal**, v. 86, p.695-698, 1994.

SPITALERI, R. F.; HENNING, J. C.; DOUGHERTY, C. T.; LACEFIELD, G. D.; LARSON, B. T. Evaluating varieties of alfalfa and tall fescue for tolerance to overgrazing by cattle. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. São Pedro: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001a. p. 894-895.

SPITALERI, R. F.; HENNING, J. C.; LACEFIELD, G. D.; DOUGHERTY, C. T.; ROBERTS, J. E. **Alfalfa grazing tolerance variety report**. Kentucky: University of Kentucky, 2001b. 4p. (PR, 438).

SUTTON, M.; MONTEIRO, F. A. Rendimento de matéria seca de quatro cultivares de alfafa em um latossolo vermelho-amarelo submetido a calagem e adubação potássica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 591-597, 1997.

TEUBER, L. R.; BRICK, M. A. Morphology and anatomy. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 125-162.

- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. L.; GIBBS, L. K.; McCASLIN, M. H.; PETERSON, M. A.; BARNES, D. K. **Fall dormancy**, 1998a. <http://www.naaic.org> (31 Oct. 2002).
- TEUBER, L. R.; TAGGARD, K. L.; GIBBS, L. K. ORLOFF, S. E.; MUELLER, S. C.; FRATE, C. A.; PUTNAM D. H.; VOLENEC, J. J. Check cultivars, locations and management of fall dormancy evaluation. In: NORTH AMERICAN ALFALFA IMPROVEMENT CONFERENCE, 36., Bozeman, 1998b. **Proceedings**. <http://www.naaic.org> (31 Oct. 2002)
- THOMPSON, T. E.; FICK, G. W. Growth response of alfalfa to duration of soil flooding and to temperature. **Agronomy Journal**, v. 73, p. 329-332, 1981.
- TOME, G. A. La alfalfa en la Argentina. **Anales de la Sociedad Rural Argentina**, v. 81, p. 82-90, 1947.
- VAN KEUREN, R. W.; MATCHES, A. G. Pastures production and utilization. In: HANSON, D. K.; BARNES, D.K.; HILL JUNIOR, R. R. (Ed.). **Alfalfa and alfalfa improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1988. p. 515-532.
- VIANA, M. C. M.; KOZEN, E. A.; PURCINO, H. N. A. Comportamento de 28 cultivares de alfafa nas condições de cerrado de Sete Lagoas, MG. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu, 1998, p. 620-622.
- VILELA, D. Potencialidade do pasto de alfafa (*Medicago sativa* L.) para produção de leite. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL FORRAGEIRO DA ALFAFA (*Medicago sativa* L.) NOS TRÓPICOS. Juiz de Fora, 1994. **Anais**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p. 205-217.

- VOLENEC, J. J. Leaf area expansion and shoot elongation of diverse alfalfa germoplasms. **Crop Science**, v. 25, p. 822-827, 1985.
- VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Forage crop management: application of emerging technologies. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, J. C. (Ed.). **Forages**. 5. ed. Ames: Iowa State University, 1995. p. 3-20.
- VOLENEC, J. J.; CHERNEY, J. H.; JOHNSON, K. D. Yields components, plant morphology, and forage quality of alfalfa as influenced by plant population. **Crop Science**, v. 27, p. 321-326, 1987.
- VOLENEC, J. J.; OURRY, A.; JOERN, B. C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, v. 97, n. 1, p. 185-193, 1996.
- WATSON, D. J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.
- WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986, 49 p. (IZ. Boletim Técnico, 18).
- WERNER, J. C.; MONTEIRO, F. A. Respostas das pastagens a aplicação de enxofre. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 17., Londrina, 1988. **Anais**. Londrina: EMBRAPA-IAPAR-SBCS, 1988. p. 87-102.

WERNER, J. C.; APULINO, V. T.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, N. O.; QUAGGIO, J. Forrageiras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 245-258. (IAC. Boletim técnico, 100)

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. Brazilian pasture and beef production. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING. Viçosa, MG, Brasil, 1997. **Anais**. Viçosa: SBZ, 1997. p. 1-29.