

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

MORFOFISIOLOGIA COMPARADA DE *Lotus* spp.
DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

RITA POLES MAROSO

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

Passo Fundo, maio de 2006.

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

MORFOFISIOLOGIA COMPARADA DE *Lotus* spp.
DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

Bióloga RITA POLES MAROSO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Simone Meredith Scheffer-Basso

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Cercí Maria Carneiro

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

Passo Fundo, maio de 2006.

AGRADECIMENTOS

À professora Dr^a. Simone Meredith Scheffer-Basso, pela sua dedicação, carinho, orientação e ensinamento, a qual visou sempre buscar a melhor forma de desenvolver um bom trabalho.

À professora Dr^a. Cercí Maria Carneiro, pelo seu apoio através de trabalho e sugestões como co-orientadora.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia da (UPF) pelo auxílio financeiro.

Ao professor. Dr. Miguel Dall’Agnol, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela cedência das sementes de *Lotus* spp.

À professora MSc. Dileta M. Cecchetti, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Engenheiro Agrônomo Dr. Roberto Serena Fontaneli, pelo auxílio nas análises químicas.

Aos meus familiares, de modo especial ao meu esposo Luiz Fernando e meu querido filho Luis Felipe, pela companhia e incentivo aos quais dedico este trabalho.

Aos colegas e professores de mestrado, por terem me proporcionado momentos de companheirismo, aprendizado, estímulo e descontração.

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

Enfim, agradeço a Deus por ter me concedido vida, fé e esperança, para prosseguir em busca de meus objetivos.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Gênero <i>Lotus</i>	3
2.2 <i>Lotus corniculatus</i> L.....	4
2.3 <i>Lotus uliginosus</i> cv. Maku.....	10
2.4 Manejo de <i>Lotus</i> spp.....	12
2.5 Aspectos anatômicos de leguminosas forrageiras.....	15
CAPÍTULO I: Desenvolvimento morfológico de cultivares de <i>Lotus</i> spp. de diferentes hábitos de crescimento.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4. CONCLUSÕES.....	55
CAPÍTULO II: Capacidade de rebrota de cultivares de <i>Lotus</i> spp. de diferentes hábitos de crescimento.....	56
RESUMO.....	56
ABSTRACT.....	57
1. INTRODUÇÃO.....	59
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
4. CONCLUSÕES.....	80
CAPÍTULO III: Aspectos morfológicos e anatômicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. de diferentes hábitos de crescimento.....	81
RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	82
1. INTRODUÇÃO.....	83

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	86
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	89
4. CONCLUSÕES.....	104
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	105

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II: Capacidade de rebrota de cultivares de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crescimento.

Tabela	Página
1. Caracteres morfofisiológicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. por ocasião do primeiro corte, aos 95 dias após a semeadura.....	66
2. Caracteres morfofisiológicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. ao término do período de avaliação após serem submetidas aos cortes durante 233 dias após semeadura.....	75
3. Efeito de altura de corte sobre caracteres morfofisiológicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. ao término do período de avaliação, após serem submetidas aos cortes durante os 233 dias após semeadura.....	77
4. Efeito da interação cultivares x alturas de corte sobre caracteres morfofisiológicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. após serem manejadas durante 233 dias após semeadura.....	78
5. Efeito de intervalos de corte sobre caracteres morfofisiológicos de cultivares de <i>Lotus</i> spp. ao término do período de avaliação, após serem submetidas aos cortes durante os 233 dias após semeadura.....	79

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I: Desenvolvimento morfológico de cultivares de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crescimento.

Figura	Página
1. Temperaturas normais (TN) e médias (TM) mensais ocorridas durante o período experimental. Passo Fundo RS, 2005.....	28
2. Vista geral do local do ensaio. Passo Fundo RS, 2004.....	29
3. Estatura e comprimento de entrenó de <i>Lotus</i> spp. em função de dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	33
4. Aspecto do hábito de crescimento das cvs. S. Gabriel (A), ARS2620 (B) e Maku (C). Passo fundo, RS, 2004.....	34
5. Dinâmica da ramificação de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	36
6. Dinâmica da produção de massa seca hastes de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	37
7. Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de cultivares de <i>Lotus</i> spp.....	38
8. Dinâmica da área foliar de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	39
9. Dinâmica do acúmulo de massa seca foliar de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	40
10. Dinâmica da massa seca total (T= raízes + parte aérea), parte aérea (PA) e raízes (R) de <i>Lotus</i> spp. em função	41

dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	
11. Relação folha:caule (RFC= $g.g^{-1}$) de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	43
12. Volume do sistema radicial de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel.....	44
13. Aspecto do sistema subterrâneo das cvs. ARS2620 (A), Maku (B) e S. Gabriel (C) aos 210 dias após semeadura, com detalhe para sóboles da cv. Maku. Passo Fundo, RS, 2004.....	44
14. Diâmetro das plantas de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função de dias de crescimento após a semeadura.....	45
15. Diâmetro da coroa das plantas de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função de dias de crescimento após a semeadura.....	47
16. Dinâmica das hastes da coroa de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função de dias de crescimento após a semeadura.....	48
17. Contribuição percentual das hastes da coroa no total de hastes de cultivares de <i>Lotus</i> spp.....	49
18. Comprimento do sistema radicial de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função dos dias de crescimento após semeadura.....	50
19. Produção de sóboles de cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 210 dias de idade após a semeadura.....	51
20. Detalhes das sóboles de cultivares de <i>Lotus</i> : Maku (A e B), S. Gabriel (C), ARS2620 (D), aos 210 dias de crescimento após a semeadura. Passo Fundo, 2004.....	53
21. Aspectos das sóboles da cv. Maku. Passo Fundo, 1999..	54

CAPÍTULO II: Capacidade de rebrota de cultivares de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crescimento.

Figura	Página
1. Temperaturas médias mensais do período experimental (TM) e normais regionais (TN). Passo Fundo, RS, 2005.....	62
2. Aspecto do arco plástico para avaliação da área foliar residual de <i>Lotus</i> spp. após cortes.....	64
3. Efeito do manejo de cortes sobre a produção total de massa seca aérea de cultivares de <i>Lotus</i> spp.....	67
4. Estatura média de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função das alturas impostas dentro do intervalo de 2 semanas durante 233 dias de avaliação.....	68
5. Estatura média de cultivares de <i>Lotus</i> spp. em função das alturas impostas dentro do intervalo de 4 semanas durante 233 dias de avaliação.....	69
6. Relação folha:caule (RFC) e massa seca (MS) de hastes em cultivares de <i>Lotus</i> spp. submetidas a desfolhações durante 233 dias de cultivo.....	70
7. Aspecto das plantas de <i>Lotus</i> spp. submetidas aos manejos de corte durante 233 dias após a semeadura. A) S. Gabriel (4 x 2 e 4 X 4), B) S. Gabriel (8 x 2 e 8 x 4); C) ARS2620 (4 x 2 e 4 x 4), D) ARS2620 (8 x 2 e 8 x 4); E) Maku (4 x 2 e 4 x 4), F) Maku (8 x 2 e 8 x 4). Passo Fundo, 2005.....	71
8. Cobertura foliar residual média de cultivares de <i>Lotus</i> spp. (S. G= S. Gabriel; ARS= ARS2620; Maku) em função da combinação de altura (4 – 8 cm) e intervalo (2 – 4 semanas) de cortes. [1=baixa; 3= média; 5= alta].....	73
9. Resíduo foliar de cultivares de <i>Lotus</i> spp. sob diferentes manejos de corte (4 x 4), (baixo=1; A, D, G); (médio= 3; B, E, H) e (alto =5; C, F, I) dentro da respectiva cultivar. Passo fundo, 2005.....	74
10. Resíduo final das plantas de cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 233 dias após semeadura, após serem avaliadas aos diferentes manejos de corte. S. Gabriel:(A: 4x2; B: 8x4);	

ARS2620: (C: 4x2; D: 8x4); Maku:(E: 4x2; F: 8x4). Passo Fundo , 2005.....	76
--	----

CAPÍTULO III: Aspectos morfológicos e anatômicos de cultivares de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crescimento.

Figura	Página
1. Vista geral do local do ensaio. Universidade de Passo Fundo RS, 2004.....	86
2. Temperatura normal (TN) e médias (TM) mensais ocorridas durante o período experimental. Passo Fundo RS, 2004.....	87
3. Aspectos dos sóboles das plantas das cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 210 dias de crescimento. A) cv. Maku; B) cv. Maku enraizado; C) cv. ARS2620; D) cv. S. Gabriel; Broto (br); folíolo (f); raiz (r); sóbole (s). Passo Fundo, 2004.....	91
4. Secções transversais de raízes das cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A,B) MF: 100e 50x, Maku (C) MF: 50x, ARS2620 (D) MF: 400x. Amido (am); câmbio vascular (cv); córtex (C); felogênio (fg); fibras (fb); floema (F); idioblastos fenólicos (if); raios floemáticos (rf); protoxilema (px); xilema (X);.....	94
5. Secções transversais de sóboles das cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 50x, Maku (C, D) MF: 50 e 100x. Cortex (C); epiderme (ep); fibras (fb); floema (F); idioblastos fenólicos (if); medula (M); raios floemáticos (rf); xilema (X).....	96
6. Secções transversais de hastes de cultivares de <i>Lotus</i> spp. aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 50x, Maku (C) MF: 50x. Cortex (C); epiderme (ep); estômatos (est); fibras (fb); floema (F); idioblastos fenólicos (if); medula (M); raios floemáticos (rf); xilema (X);.....	98

7. Secções transversais de pecíolo das cultivares de *Lotus* spp. aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 100X, Maku (C) MF: 50x. Epiderme (ep); estômato (est); floema (F); idioblastos fenólicos (if); parênquima (p); xilema (X)..... 100
8. Secções transversais de folhas das cultivares de *Lotus* spp. aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A, B) MF: 100 e 5 x, ARS2620 (C) MF: 400x, Maku (D) MF: 100x. Epiderme (ep); estômato (est); feixes vasculares (fv); floema (F); idioblastos fenólicos (if); parênquima esponjoso (pe); parênquima paliçádico (pp); xilema (X); 102

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, a produção estacional de plantas forrageiras impõe aos pecuaristas uma considerável redução na produtividade, já que a carga animal é regulada pela situação predominante no verão, época de maior pico de desenvolvimento das pastagens nativas. Uma das alternativas utilizadas pelos produtores para assegurar a produção animal, sem desconsiderar a importância das espécies nativas, é a introdução de leguminosas exóticas hibernais que, além de produzirem forragem de boa qualidade, atuam como melhoradoras do solo, pela sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio.

Entre as leguminosas forrageiras já introduzidas e adaptadas ao Rio Grande do Sul está o cornichão (*Lotus corniculatus* L.), que se destaca pela sua boa produção, tolerância a solos ácidos e de baixa fertilidade e por não provocar o timpanismo. No entanto, a cv. São Gabriel, que foi desenvolvida no Estado, possui pouca persistência, que está vinculada parcialmente ao seu hábito ereto e por depender da sobrevivência da planta-mãe e/ou da ressemeadura natural para manter o estande na pastagem.

Assim, a busca por tipos morfológicos com aptidão ao pastejo, como hábito prostrado, coroa e sistema subterrâneo vigoroso, além de características clonais, seria um avanço no melhoramento genético da espécie, com a finalidade de se obter maior persistência.

A importância de se aprofundar os conhecimentos relativos ao sistema subterrâneo de leguminosas já foi destacada por vários pesquisadores, na busca do maior entendimento sobre os efeitos do

manejo sobre o mesmo. Além disso, a presença de estolões e rizomas pode permitir maior sobrevivência das plantas, por ser mais uma opção de propagação.

A descoberta de tipos rizomatosos foram um avanço no melhoramento do cornichão, culminando com o lançamento de cultivares americanas com tais características. No entanto, à luz da botânica estrutural é questionado se os caules subterrâneos presentes nesses materiais são realmente rizomas ou se seriam sóboles, pela sua característica difusa.

Este trabalho teve como objetivos estabelecer a curva e o padrão de alocação de massa seca, verificar a resposta a distintos graus de desfolhação e esclarecer o tipo de caules subterrâneos de cultivares de *Lotus*, sendo duas de *L. corniculatus* L. (cv. São Gabriel, brasileira e cv. ARS2620, americana) e uma de *L. uliginosus* Schkuhr (cv. Maku, neozelandesa), com diferentes hábitos de crescimento, disponibilizando, assim, maior conhecimento sobre *Lotus* e subsidiando trabalhos de melhoramento genético.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Gênero *Lotus* L.

O gênero *Lotus* L. pertence à família *Fabaceae* e é composto por espécies, perenes e anuais, cultivadas há vários anos como pastagens e para produção de feno em várias partes do mundo, sendo que muitas são citadas como espécies pioneiras, uma vez que são capazes de vegetar em solos ácidos, com baixa fertilidade e sob condições de pastejo (FRAME et al., 1998).

As espécies do gênero estão distribuídas no mundo inteiro, com exceção das regiões árticas muito frias e áreas tropicais baixas do sudeste da Ásia, das Américas do Sul e Central. A maior concentração de espécies encontra-se na região do Mediterrâneo, indicando ser este o seu centro de origem, embora existam, pelo menos, sessenta espécies endêmicas na costa oeste dos Estados Unidos, evidenciando sinais de coevolução nestas duas áreas (ALLEN & ALLEN, 1981). Conforme Beuselinck (1999), são mais de 175 espécies.

Três espécies perenes têm sido mais difundidas como forrageiras, pela sua grande representação nas regiões temperadas: *Lotus uliginosus* Schkuhr (cornichão-dos-banhados), *L. corniculatus* L. (cornichão) e *L. tenuis* Waldst & Kit, sendo que o cornichão tem sido, até a atualidade, a espécie mais estudada, sendo inclusive, a de maior importância para o Rio Grande do Sul (CAROSO et al., 1982).

1.1 *Lotus corniculatus* L.

O cornichão é originário da Europa, predominantemente da França e Itália, e a referência mais antiga de seu uso em cultivo de pastagens data de 1650, quando, desde então, o seu uso foi expandido pelo mundo (HUGHES, 1981). Existem populações naturalizadas nas Américas do Sul e do Norte, destacando-se nas regiões temperadas do sul do Brasil, Uruguai, Argentina, Chile, Austrália e Nova Zelândia (STEINER, 1999).

O clima favorável para que o cornichão possa apresentar altas taxas de crescimento é em regimes de temperaturas de 26-22 °C dia-noite, não preferindo altas temperaturas (BLUMENTHAL & MCGRAW, 1999). Mckee (1963) considera o cornichão como uma planta de dia longo, que necessita de, pelo menos, 15 horas de luz para que possa florescer abundantemente, sendo que dias com menos de 13 horas de luz afetam a diferenciação floral e induzem as plantas a um hábito mais prostrado; na medida em que aumenta o comprimento do dia a planta torna-se totalmente ereta.

É uma das leguminosas mais populares no Rio Grande do Sul e no Uruguai e sua popularidade está alicerçada no seu alto valor nutritivo, fácil adaptação a diferentes tipos de solo e por não causar o timpanismo (LÓPEZ et al., 1966). Contudo, sua utilização em pastagens tem sido conduzida sem levar em conta suas características morfofisiológicas, resultando em pouca persistência e sua permanência nas pastagens está associada à produção de sementes, para assegurar a renovação do estande (ARAÚJO, 1972). A qualidade

da semente é um fator fundamental, visto que grande parte das pesquisas tem caracterizado essa leguminosa como uma espécie dependente de ressemeadura natural (TAYLOR et al., 1973).

Os problemas de estabelecimento lento e da baixa persistência, especialmente verificados nos tipos eretos, como é a cv. São Gabriel (CAROSO et al., 1981), são características passíveis de melhoramento, uma vez que resultados positivos têm sido obtidos na seleção para aumento do tamanho e peso das sementes de acessos do cornichão rizomatoso (BEUSELINCK & MACGRAW, 1983; BEUSELINCK et al., 1996).

O sistema radical pode ser considerado intermediário entre o da alfafa (*Medicago sativa* L.) e do trevo-vermelho (*Trifolium pratense* L.). Produz uma forte raiz principal, que emite mais ramificações do que a alfafa, e por ser uma forrageira de hastes finas e possuir um grande número de folhas é muito apreciado pelos animais, sendo uma planta de triplo objetivo, servindo tanto para pastejo como para feno e silagem (HUGHES, 1981).

Geralmente, o cornichão apresenta $2n=4x=24$ cromossomos somáticos. Porém, já foram encontradas populações diplóides, o que facilita sua adaptação em diferentes ambientes (STEINER & GARCIA DE LOS SANTOS, 2001). O fato de ser tetraplóide aumenta as chances de misturas taxonômicas com outras espécies do gênero como cornichão-dos-banhados e *L. glaber* Mill., favorecendo a sua ampla distribuição (BONEMAISON & JONES, 1986). Grant (1999) relata que alguns germoplasmas de cornichão encontrados no Marrocos (*RBRT – Rhizomatous Birdsfoot Trefoil*) são diplóides ($2n=2x=12$) e apresentam semelhança ao rizomatoso

tetraplóide, ou que, de alguma forma, haja autotetraploidia de espécies, como *L. glaber* ou *L. alpinus* Ramond. Esses cruzamentos contínuos e hibridações intra-específicas poderão ser favoráveis ao aumento da persistência do cornichão. As plantas são alógamas e necessitam de agentes polinizadores, como as abelhas *Apis mellifera* L. e *Megachile rotundata* F. (FAIREY & SMITH, 1999).

A introdução do cornichão no Brasil ocorreu em 1940 no Rio Grande do Sul e seu cultivo foi expandido a partir de 1955, após trabalhos de melhoramento, quando da seleção da cv. São Gabriel, desenvolvida pela Estação Experimental de São Gabriel. Essa cultivar é caracterizada por apresentar folhas grandes, hábito de crescimento ereto e indeterminado, sistema radical pivotante, ausência de rizomas, facilidade de adaptação, boa produção de forragem e ressemeadura natural, tendo seu cultivo expandido para outros países da América do Sul, como Argentina, Uruguai e Chile (PAIM, 1988).

Considerada inicialmente como uma leguminosa de clima frio (ARAÚJO & JAQUES, 1974a), o cornichão mostrou-se uma alternativa para o período de escassez de pasto no inverno do Sul do Brasil. No entanto, Risso et al. (1983) o consideram de ciclo primavera-estival, por manifestar seu pico de produção desde meados da primavera, com boa qualidade durante o verão, aspecto fundamental para esta estação. Scheffer-Basso et al. (2002a) confirmaram esse comportamento nas condições climáticas do Planalto do Rio grande do Sul, onde o cornichão em cultivo com *Adesmia latifolia* (Spreng.) Vogel, trevo-branco (*Trifolium repens* L.) e festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) compôs a maior parte de produção de massa seca (MS).

A qualidade do cornichão para a nutrição animal tem sido destacada em vários trabalhos de pesquisa, sendo que o teor de proteína bruta (PB) fica em torno de 23 e 27% no estágio vegetativo (DUELL & GAUSMAN, 1957; LÓPEZ et al., 1966; SOSTER et al., 2004b); apresentando um pequeno declínio durante o estágio reprodutivo (FORMOSO, 1993).

Apesar da boa qualidade forrageira, das características de adaptação a solos pobres e mal drenados, a cv. São Gabriel apresenta baixa persistência sob pastejo, principalmente devido ao seu hábito de crescimento ereto (OLIVEIRA & PAIM, 1990). Segundo Caroso et al. (1981), plantas com hábito mais ereto apresentam menor persistência se comparadas às de hábito prostrado.

O lento estabelecimento da cv. São Gabriel pode estar vinculado ao maior investimento inicial no desenvolvimento do sistema radical do que da parte aérea (EHLKE et al., 1996; GENRICH et al., 1998; SCHEFFER-BASSO et al., 2001b). Para o cornichão típico, que não se propaga vegetativamente, a sobrevivência da planta-mãe é fundamental para aumentar a persistência do estande no campo. As formas rizomatosas aumentariam as chances de persistência das plantas, ampliando as formas de propagação e a conseqüente substituição de plantas doentes ou mortas. Plantas perenes que formam estolões e rizomas têm capacidade maior de se estabelecer em áreas de ambientes estáveis, podendo ampliar seu habitat, e, por possuírem um hábito de crescimento prostrado, tornam-se mais resistentes a cortes mais freqüentes e intensos (NELSON & MOSER, 1994). Além disso, plantas que apresentam estruturas subterrâneas em forma de rizomas possuem estratégias que podem contribuir para sua

persistência, visto que os rizomas funcionam como órgãos de reservas (LI & BEUSELINCK, 1996).

Por apresentar coroa, a cv. São Gabriel possui um potencial muito grande de formação de gemas basilares, o que, com as gemas axilares, conduz à formação de grande quantidade de hastes e folhas (SCHEFFER-BASSO et al., 2000). Araújo & Jacques (1974b) destacaram a importância do sistema radical das plantas como fonte de armazenamento de carboidratos não estruturais (CNE) e nitrogênio.

Dentro da cv. São Gabriel foi evidenciada variabilidade em relação ao hábito de crescimento, por Soster et al. (2004b), que verificaram diferenças quanto ao comprimento dos entrenós, estatura, diâmetro, produção de forragem e valor nutritivo. Poles-Maroso et al. (2004), avaliando algumas das populações estudadas pelos autores acima citados, através de estudos anatômicos, concluíram que algumas dessas populações possuíam semelhança com genótipos rizomatosos americanos. No entanto, segundo critérios botânicos estipulados por Rizzini & Heringer (1966) e Appezzato da Glória (2003), os caules subterrâneos enraizados e presentes no sistema subterrâneo da cv. São Gabriel (e dos demais, até então considerados rizomas) seriam sóboles e não rizomas.

De acordo com esses autores, sóboles são caules emitidos a partir do sistema subterrâneo, tendo como característica o crescimento horizontal (plagiotrópico) e superficial; já, o rizoma tem origem na plúmula e constitui um sistema monopolar, geralmente horizontal, de ramificação caulinar, sendo rico em reservas, provido de nós e entrenós marcantes, gemas protegidas por catafilos e raízes adventícias nos nós, produzindo brotos aéreos, foliares e floríferos.

Segundo Li & Beuselinck (1996), os rizomas do cornichão marroquino são caules subterrâneos horizontais muito semelhantes às hastes, e se originam das axilas das folhas de caules enterrados, são altamente ramificados, geralmente na superfície, apresentam escamas não fotossintéticas e desenvolvem raízes na região mais dilatada dos nós do caule. Após um período de crescimento horizontal, seu ápice torna-se ereto, conduzindo ao estabelecimento de um broto aéreo com folhas.

Conforme Wassom & Barnett (1971), que avaliaram o comportamento estolonífero do cornichão, os caules subterrâneos foram emitidos a partir da coroa e somente quando os tecidos já estavam bem lignificados, sendo oriundos principalmente das coroas protegidas pelo solo; no entanto, o enraizamento desses caules foi raro.

A cv. ARS2620 foi desenvolvida pela Estação Experimental Agrícola de Missouri, em 1995, através da transferência das características de plantas rizomatosas de cornichão para cultivares americanas. É a primeira cultivar rizomatosa da espécie, que, por possuir tais características, pode ter mais persistência sob pastejo e a outros tipos de manejo. As plantas dessa cultivar apresentam hábito prostrado, folíolos pequenos a médios e hastes finas a médias com entrenós curtos. No entanto, dependendo da sua adaptação, devido aos fatores climáticos, em algumas plantas os rizomas podem ou não se expressar (BEUSELINCK & STEINER, 1996). Tipos de cornichão com hábito rizomatosos, como é o caso da cv. ARS2620, apresentam estratégias adicionais para o aumento da persistência, pois, por propagarem-se vegetativamente podem substituir plantas doentes,

principalmente por doenças de raiz, muito comuns nas espécies de *Lotus*, diminuindo os danos nas pastagens (LI & BEUSELINCK, 1996).

As vantagens da maior produção apresentadas por cultivares rizomatosas poderão ser incorporadas a outros genótipos, uma vez que espécies forrageiras que apresentem tal característica possuem boa persistência, mesmo quando submetidas ao pastejo intensivo (BEUSELINCK et al., 1996).

1.2 *Lotus uliginosus* cv. Maku

A espécie diferencia-se das demais do gênero por apresentar sistema subterrâneo rizomatoso, tendo pilosidade nas hastes, folhas e estípulas, sendo que as hastes, de cor marrom-avermelhada, tem forma cilíndrica e são fistulosas. Prefere habitat mais úmido, sendo encontrada na bacia do Mediterrâneo e norte da Europa. Também é muito comum na Espanha ocidental e Portugal (JOSEPH & KIRKBRIDE, 1999).

É amplamente reconhecida como leguminosa para pasto na Austrália ocidental, onde a área plantada passou de 100 ha, em 1984, para 5500 ha em 1990 (HARRIS et al., 1993). Possui alto valor nutritivo e, por apresentar taninos condensados em suas células, que facilitam a passagem da proteína para o aparelho gastrointestinal, previne o timpanismo (HARRIS et al., 1997), tal como ocorre com o cornichão.

Conforme Wedderburn & Gwynne (1981), os rizomas são uma característica de grande importância para o estabelecimento dessa

espécie, permitindo sua propagação lateral e mantendo o acúmulo de reservas suficientes, principalmente para que após o terceiro ano do seu estabelecimento tenha carboidratos necessários para sua manutenção e crescimento.

A espécie possui fácil adaptação e tolerância aos solos com altos teores de alumínio e baixa fertilidade (DAVIS, 1981). Pesquisas feitas na Nova Zelândia e Escócia mostraram que o início da produção de rizomas na cv. Maku, desenvolvida na Nova Zelândia, favorece o aumento de sua persistência sob pastejo rotativo (WEDDERBURN & GWYNNE, 1981).

Esta cultivar foi introduzida no Rio Grande do Sul pela EMPASC (Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária), onde foram realizados alguns trabalhos comparativos com o cornichão. Apesar da sua fácil adaptação a solos pobres e mal drenados e da boa produção e qualidade da forragem, os problemas como o lento estabelecimento e escasso florescimento, com conseqüente baixa produção de sementes nas condições do Rio Grande do Sul, têm restringido o uso desta espécie até o momento (CAROSO et al., 1982; MONTEIRO & PAIM, 1982). No Brasil, segundo Scheffer-Basso et al. (2000), seu uso é restrito também devido à falta de informações básicas relacionadas à sua morfofisiologia, de forma a auxiliar nos estudos agrônômicos. Paim & Riboldi (1991) enfatizaram a importância dos estudos com a cv. Maku para superar os problemas acima citados.

Em relação ao valor nutritivo da forragem do cornichão-dos-banhados, Monteiro & Paim (1982) obtiveram 17,6% de PB e 53,9% de digestibilidade *in vitro* de MS (DIVMS). Scheffer-Basso et

al. (2001a) quantificaram teores de 13,5% e 29,1% de PB em caules e folhas respectivamente, sendo que a digestibilidade *in vitro* de matéria orgânica (DIVMO) de caules foi de 55,6% e para folhas 63,0% considerando-se o período vegetativo. Conforme a literatura, há um pequeno decréscimo no valor nutritivo da forragem de *Lotus* quando este entra no estágio reprodutivo (LÓPEZ et al., 1966).

2 Manejo de *Lotus* spp.

O manejo das pastagens possui grande relação entre a fisiologia e estrutura das plantas. As reservas das plantas são o resultado da transformação da energia luminosa em energia química, através da síntese dos compostos orgânicos durante o processo de fotossíntese. Durante o estabelecimento geralmente o crescimento das plantas é lento devido ao baixo índice de reservas e, à medida, em que aumenta a folhagem e, portanto, as células clorofiladas, o crescimento aumenta até o seu ponto máximo de maturação onde ocorre um declínio.

O manejo, de corte ou pastejo, deve ter uma relação com o potencial de recuperação da pastagem, pois quanto maior a área foliar remanescente na planta, maior seu desenvolvimento, caso não haja outros fatores limitantes. Os diferentes hábitos de crescimento das plantas mostram distinções na sua capacidade de recuperação devido à sua quantidade de pontos de crescimento e seu modelo de alocação de biomassa (PETERSON, 1970; SHEAFFER et al., 1992).

As plantas forrageiras são utilizadas basicamente através de desfolhações sistemáticas, que provocam redução da área foliar,

necessitando de reservas de CNE para seu rebrote. Em se tratando de pastagens perenes, como é o caso do cornichão, sua persistência após o corte torna-se uma característica fundamental, pois garantirá a permanência das plantas na área de cultivo por mais tempo (FLARESSO & SAIBRO, 1992). No caso da cv. São Gabriel, de porte ereto, a seleção de tipos morfológicos mais prostrados, com coroas mais vigorosas e caules subterrâneos seria extremamente interessante, pois é uma cultivar adaptada ao sul do Brasil e traz todas as vantagens do gênero, como não provocar timpanismo.

A presença da coroa em plantas forrageiras é importante para o desenvolvimento de novas hastes, na rebrota, estando associada à alta produtividade e persistência (MARQUES-ORTIZ et al., 1996). Conforme Araújo & Jacques (1974a), na cv. São Gabriel, tanto a altura quanto a frequência de cortes, tem marcada influência na produção, por afetarem os níveis de reservas orgânicas e as características morfológicas, influenciando desse modo, no vigor das plantas. Em cortes com menor intensidade, a 6 cm do solo, os autores observaram maior quantidade de gemas axilares, responsáveis pela rebrota, bem como maior emissão de hastes da coroa, refletindo-se no vigor e na produção de MS. Caroso et al. (1981), ao compararem progênies de clones da cv. São Gabriel com cultivares americanas, concluíram que houve diferentes graus de persistência em resposta aos cortes, sendo que as mais eretas persistiram menos. Scheffer-Basso et al. (2000) observaram que a cv. São Gabriel mantém populações mistas de hastes eretas, ao passo que a cv. Maku apresenta maior quantidade de hastes da base do solo e rizomas, características desejáveis para plantas para pastejo contínuo.

O estágio de crescimento da planta também influencia na capacidade de rebrota e produção de MS. Araújo & Jacques (1974a) verificaram que quanto mais avançado era o estágio de crescimento do cornichão, maior era a produção de caules e folhas e das ramificações axilares superiores. Estudos antigos comprovaram que o cornichão, quando não é cortado, produz apenas um crescimento da coroa e que os crescimentos subsequentes surgem de gemas axilares localizadas ao longo das hastes (SMITH, 1962).

No Rio Grande do Sul, a produção da cv. São Gabriel, consorciada com festuca foi de 13.663 kg.ha⁻¹ de MS no ano de estabelecimento, sendo que 80% desse montante foi composto pela leguminosa (SCHEFFER-BASSO et al., 2002a). As temperaturas amenas presentes na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul indicam que essa cultivar pode ser uma boa opção como pastagem primavera-estival. A cv. São Gabriel apresenta-se como ótima componente para cultivo em misturas, uma vez que cultivos consorciados com cornichão apresentam custos menores comparados aos de alfafa com gramíneas (MARTEN & JORDAN, 1979).

Com a cv. Maku, Harris et al. (1997) verificaram que quando as plantas eram cortadas a 2 cm, a cada quatro semanas, produziam menor quantidade de MS e rizomas mais curtos em relação aos cortes menos intensos, a cada 6 cm a cada 8 semanas ou a 12 cm a cada 12 semanas. Segundo os autores, essa cultivar exige estratégias de manejo com longas rotações de pastejo, para que seja mantida sua persistência. Sheat (1980a) já havia observado isso, além de verificar a retomada do crescimento após cortes intensos (1,5 a 5 cm) é quando lhe é dado mais tempo (de 3 para 6 semanas) para repor suas reservas.

Conforme Beuselinck et al. (2005), ao avaliarem os efeitos de latitude na expressão de rizomas nas cultivares ARS2620 e ARS-2424, e não rizomatosa, cv. Norcen, houve comportamento diferente das plantas nas diferentes latitudes em todas as características testadas, sendo que nos primeiros os efeitos foram maiores quanto à MS de coroa e raiz em relação à última, principalmente sob latitude 41°47'08"N.

Através de formas de manejo criteriosas tem-se a possibilidade de aumentar a capacidade de rebrota e, conseqüentemente, maior produção, melhorando as condições de persistência das plantas, principalmente no caso da cv. São Gabriel, de hábito ereto.

3 Aspectos anatômicos de leguminosas forrageiras

Estudos que visam maiores esclarecimentos sobre a composição das estruturas anatômicas de plantas forrageiras têm sido uma das principais metas da pesquisa nos últimos tempos. Estas pesquisas visam esclarecer como a maior ou menor degradabilidade e a aceitação da forragem pelo animal influenciam no grau de digestibilidade das paredes celulares e de aproveitamento da proteína da forragem.

Os animais que pastejam selecionam sua dieta a partir de uma grande diversidade de espécies forrageiras, sendo que a sua qualidade não varia apenas pelo gênero ou espécie, mas também pelos diferentes tecidos que compõem seus órgãos. Além disso, somam-se os fatores como o estágio de desenvolvimento, fertilidade

do solo, condições sazonais e manejo animal, que definem a qualidade da pastagem em termos do nível de produção animal (NORTON, 1981).

As espécies forrageiras constituem-se de diversos tipos de tecidos, cujas composições química e física estão diretamente relacionadas às suas funções na planta. Os tecidos de sustentação apresentam células mais agrupadas, com paredes mais espessas e lignificadas. Os tecidos de assimilação são ricos em cloroplastos, apresentando células com parede delgada e não lignificada (PACIULLO et al., 2001).

A maioria das pastagens tropical e subtropical é formada por plantas perenes que, por manterem-se por um longo prazo no campo, desenvolvem estratégias para sua sobrevivência, como o armazenamento de reservas, que serão utilizadas quando as plantas são submetidas às condições adversas, como frio, seca ou rebrota após o corte, e que são altamente digeríveis pelos animais. Em condições de necessidade para resistência ao vento e doenças a planta sintetiza compostos como lignina, cutina, fenóis e terpenóides, que fazem parte da estrutura da planta e, de forma geral, são de baixa degradabilidade e valor nutritivo, prejudicando o bom desempenho das gerações sucessivas dos animais que as pastejam (CÂNDIDO, 2005).

Conforme Paciullo et al. (2001), a anatomia da folha está relacionada à via fotossintética C_4 ou C_3 , que caracteriza as pastagens tropicais e temperadas, respectivamente. Espécies C_4 possuem maiores proporções de feixes vasculares e de células da bainha parenquimática dos feixes, onde ocorre a fotossíntese; esse arranjo celular é denominado de anatomia Kranz. Essas espécies apresentam maior

resistência estomática em relação às espécies C₃, o que dá maior eficiência fotossintética com menor gasto de energia e economia de água (RAVEN et al., 2001). No entanto, as espécies C₃ possuem maiores quantidades de células do mesofilo entre os feixes vasculares, local onde ocorre a fotossíntese. Essas diferenças nos arranjos celulares podem explicar, em parte, os parâmetros de valor nutritivo entre pastagens tropicais e temperadas (WILSON et al., 1983), como é o caso das leguminosas, que, por apresentarem via fotossintética C₃, apresentam maior qualidade nutritiva comparadas às espécies C₄, devido às maiores proporções de células mesófilas, o que facilita a degradação e o aproveitamento da proteína.

A parede celular das plantas é formada por uma matriz complexa composta por polissacarídeos, proteínas, fenóis (incluindo lignina), água e minerais que, posteriormente, com o desenvolvimento da planta, formam porções de fibras. Apesar dos polissacarídeos presentes na parede celular representarem uma fonte de energia potencial para ruminantes, seu aproveitamento nunca é total. Em resíduos de palha de cereais o aproveitamento é menor que 400 g.kg⁻¹ considerando que em plantas jovens a degradação pode atingir 900 g.kg⁻¹ (HATFIELD, 1989).

A qualidade e quantidade de alimento consumido pelos ruminantes são fatores que permitem a presença e a função dos microrganismos presentes no rúmen. Estes microrganismos requerem condições constantes de temperatura (39 °C) e pH (5,5-7,0), para que possam, através da fermentação, degradar e sintetizar os tecidos presentes. As diferenças na composição celular de folhas e hastes com tipos de tecidos como mesofilo, floema e xilema, que variam em

frações, composição de parede celular e estrutura interna, demonstram heterogeneidade na degradabilidade nos ruminantes, bem como a maior ou menor atividade microbiana e eficiência no aproveitamento da proteína em animais alimentados com forragens (MERCHANT & BOURQUIN, 1994).

Existem diferenças entre a composição celular e degradabilidade de folhas e hastes de forragens. Folhas geralmente contêm maiores concentrações de proteína, baixas concentrações de polissacarídeos de parede celular e lignina em relação às hastes. Em leguminosas é considerável a diferença entre a composição celular de folhas e hastes (ALBRECHT et al., 1987).

Fatores como tecidos com células de paredes delgadas e presença de taninos, como componentes celulares, são indícios de boa qualidade da forragem, pois indicam maior degradabilidade e aproveitamento da proteína pelos ruminantes. O cornichão é uma forrageira perene que possui diversos componentes celulares de alta digestibilidade e valor nutritivo, que apresentam um pequeno decréscimo durante o ciclo vegetativo (LÓPEZ et al., 1966). O declínio na degradabilidade com relação ao grau de maturidade também foi verificado em trevo-vesiculososo (*Trifolium vesiculosum* Savi) e trevo-encarnado (*T. incarnatum* L.), em que a estrutura de folhas e caules foram relacionadas com a digestibilidade *in vitro* (AKIN & ROBINSON, 1982). Conforme Norton (1981), normalmente em leguminosas, a fase reprodutiva da planta não está associada com grandes mudanças no valor nutritivo e queda de folhas. Segundo Akin (1989), os fatores que limitam a qualidade das forragens são complexos e relativos. Características estruturais, como

a alta lignificação, que suporta tecidos como esclerênquima e xilema, limitam sua decomposição, dificultando a digestibilidade ou fermentação das plantas, diminuindo o seu aproveitamento e a busca voluntária de alimento pelos ruminantes. Espécies leguminosas, tanto tropicais como temperadas, possuem anatomia similar de seus tecidos, com grandes áreas de mesofilo altamente degradável.

A alfafa e o trevo-vesiculoso são exemplos de leguminosas de alta qualidade e digestibilidade. Conforme Jung (1989), as proporções de lignina presentes nas paredes celulares de plantas forrageiras possuem associação negativa com a degradação da fibra pelos ruminantes. A composição e concentração de lignina é bem menor em leguminosas do que em gramíneas. O autor concluiu que a maturidade fisiológica da forrageira, assim como as interações genéticas e ambientais, contribuem para alterar a composição e a concentração de ligninas na formação de seus tecidos celulares.

A lignina é um composto heterogêneo que não é digerido nem pelos microrganismos do rúmen, nem pelas enzimas intestinais e sua quantidade na planta serve de indicativo para a determinação do grau de degradabilidade ao qual a planta será submetida (NORTON, 1981). Tecidos lignificados de caules de leguminosas têm degradação mais intensa do que tecidos lignificados de caules de gramíneas. No entanto, em caules, o xilema, o anel esclerenquimático e as porções da epiderme são considerados como não degradáveis, mesmo sendo submetidos a longos períodos de incubação em líquido ruminal, ao passo que tecidos como floema e parênquima são de fácil degradação, estando esta relacionada com a maturidade do caule (HANNA et al., 1976)

A necessidade e a importância de conhecer a organização anatômica e a composição das paredes celulares das plantas forrageiras foi destacada por Carneiro (2002), que estudou o aproveitamento do potencial forrageiro de *A. latifolia* e trevo-branco e sua relação quantitativa de degradabilidade *in vivo* da folha e caule, concluindo que as duas espécies equivalem-se em relação aos valores bromatológicos e à degradabilidade. *A. latifolia* apresenta tecidos pouco lignificados, com elevada degradabilidade, altos teores de PB, presença de fenóis e baixo valor de taninos, estando estes mais concentrados nos estolões. Esaú (1974) considera o tanino uma substância ergástica comum nas células de tecidos parenquimáticos de leguminosas, podendo ocorrer em abundância. Essas células formam com frequência sistemas conectados podendo estar associadas aos feixes vasculares.

Os fenóis são compostos comuns nas plantas e não são considerados tóxicos quando se apresentam em quantidades e condições normais, com exceção dos fenóis poliméricos, denominados taninos hidrolizáveis, que após a hidrólise em soluções aquosas produzem carboidratos e ácidos graxos. No entanto, os taninos condensados são uma característica importante na composição dos tecidos que compõem uma planta. Estes compostos fenólicos polimerizados formam complexos precipitados com proteínas, melhorando o valor nutritivo da forragem, evitando o timpanismo. Em estudo de Brades & Freitas (1992) a concentrações de 5,5% de taninos condensados na cv. Maku mostraram-se eficientes na passagem de cerca de 60% da proteína presente no rúmen, sem degradar. Já, com concentração de 1,5% de taninos condensados, apenas 30% da

proteína passou sem degradar, resultando no seu acúmulo e conseqüentemente uma grande quantidade de amônia no rúmen, limitando a síntese de proteína bacteriana, sendo esta expelida através da urina. Com isso, os autores sugeriram concentrações entre 2 e 4% de taninos condensados na MS da dieta animal.

Segundo Wen et al. (2003), que estudaram as concentrações de taninos condensados em cornichão e na cv. ARS 2620, concentrações moderadas, entre 20 e 40 g.kg⁻¹ de taninos condensados podem ser benéficas para a produção animal, principalmente em ruminantes, por formar precipitações com as proteínas solúveis no rúmen, permitindo a subsequente absorção de aminoácidos no aparelho digestivo. Já, concentrações acima de 60 g.kg⁻¹ diminuem o consumo voluntário pelo animal e tornam difícil a digestão. As concentrações de taninos condensados da cultivar rizomatosa foram consideravelmente altas (38,6 g.kg⁻¹) comparadas às do genótipo sem rizomas, com 11,4 g.kg⁻¹, sendo que essas concentrações flutuaram conforme o período estacional.

A presença de taninos condensados nos tecidos celulares do cornichão também auxiliam na habilidade competitiva, especialmente contra ataque de insetos, doenças e herbivoria (BLUMENTAL & MCGRAW, 1999).

Comparando a anatomia entre os cornichões marroquino e comum, Li & Beuselinck (1996) observaram que as hastes do primeiro apresentam células do córtex com cloroplastos, presença de endoderme, córtex pequeno e medula grande e nove a dez feixes vasculares primários, sendo que apresentam taninos nas células parenquimáticas e seus tecidos são delgados. Segundo os autores, a

estrutura anatômica dos rizomas desse material diferencia-se das hastes pela ausência de cloroplastos nas células do córtex, sem presença de endoderme, por apresentar córtex grande, medula pequena e em torno de seis a sete feixes vasculares. No entanto, os estudos anatômicos em forrageiras vão além da importância relacionada ao valor nutritivo. Detalhes anatômicos podem auxiliar na elucidação das estruturas presentes nas plantas, como é o caso daquelas presentes na parte subterrânea, tão pouco estudada em forrageiras.

Os avanços significativos ocorridos até o presente, relacionados ao conhecimento da natureza físico-química da formação celular, sua relação com a microbiologia ruminal e gastrintestinal, trouxeram uma nova visão na interpretação dos dados sobre o aproveitamento da qualidade da forragem a ser utilizada na nutrição animal. A continuidade destes estudos, darão suporte à outras áreas do conhecimento, proporcionando maior confiabilidade, fornecendo subsídios seguros para o melhoramento vegetal e incrementando cada vez mais a produção animal baseada em dietas de leguminosas forrageiras.

CAPÍTULO I

DESENVOLVIMENTO MORFOLÓGICO DE CULTIVARES DE *Lotus* spp. DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

RITA POLES MAROSO¹, SIMONE MEREDITH SCHEFFER-BASSO²

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo comparar cultivares de *Lotus corniculatus* L. (São Gabriel, ARS2620) e *L. uliginosus* Schkuhr (Maku), através da análise temporal do desenvolvimento morfológico, bem como esclarecer a natureza do sistema subterrâneo. As plantas foram cultivadas em vasos e colhidas aos 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura. As cultivares apresentaram a mesma tendência temporal quanto à estatura, volume radical e massa seca (MS) aérea, diferindo quanto à grandeza das alterações. O acúmulo de MS foi superior ($P < 0,05$) nas cvs. Maku (15 g.planta^{-1}) e S. Gabriel (14 g.planta^{-1}) em relação à cv. ARS2620 (11 g.planta^{-1}). As cultivares diferiram ($P < 0,05$) quanto ao diâmetro das plantas e da coroa, comprimento do sistema radical e número de hastes da coroa. O sistema subterrâneo mostrou-se difuso, formado por raízes e caules do tipo sóbole, sendo esses últimos mais vigorosos na cv. Maku, não

Palavras-chave: *Lotus corniculatus*, *L. uliginosus*, sóboles

¹ Bióloga, mestranda do programa de Pós-Graduação em Agronomia, (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng^a. Agr^a., Dr^a., professora do PPGAgro e do ICB/UPF.

havendo rizomas típicos em nenhuma das cultivares.

**MORPHOLOGICAL DEVELOPMENT OF *Lotus* spp.
CULTIVARS OF DIFFERENT GROWTH HABIT**

ABSTRACT: This work had the objective to compare cultivars of *Lotus corniculatus* (São Gabriel, ARS2620) and *L. uliginosus* (Maku) through time analysis of morphological development as well as understanding the subterraneous system. The plants were cultivated in pots and they were harvested at 90, 120, 150, 180 e 210 days after seeding. The cultivars had the same temporal trend in relation to height, root volume and shoot dry matter (DM) differing for the magnitude of the changes. The DM accumulation was superior in the cvs. Maku (15 g.plant⁻¹) and S. Gabriel (14 g.plant⁻¹) in relation to cv. ARS2620 (11 g.plant⁻¹). The cultivars differed (P<0,05) for plant and crown diameter, root system length and crown stem number. The subterraneous system is a diffuse type formed by roots and soboles, being the last one more vigorous for the cv. Maku, not having rhizomes in any cultivars.

Kew-words: *Lotus corniculatus*, *L. uliginosus*, soboles

1 INTRODUÇÃO

O cornichão (*Lotus corniculatus* L.) é uma leguminosa forrageira com destacada importância em vários países, em especial o Uruguai, onde é utilizada no melhoramento de extensas áreas de pastagens naturais. É uma espécie perene, com formação de coroa, que pode persistir na pastagem através da sobrevivência do indivíduo e por ressemeadura natural. O fato de não ser uma planta tipicamente clonal, com acentuada expansão lateral, impõe restrições ao pastejo contínuo e intenso, uma vez que a rebrota depende do vigor do indivíduo em termos de reservas orgânicas e pontos de crescimento no resíduo pós-pastejo.

No Brasil, a única cultivar desenvolvida e disponível comercialmente é a cv. São Gabriel, oriunda de trabalhos realizados na Estação Experimental de São Gabriel, no Rio Grande do Sul, entre 1955 e 1965, tendo seu cultivo se expandido para outros países da América do Sul (PAIM, 1988). Apesar da boa produtividade, qualidade da forragem e ressemeadura natural, seu hábito de crescimento ereto não condiz com tipos morfológicos de plantas ideais para cultivo em pastagens (OLIVEIRA et al. 1990), o que impede sua maior persistência sob pastejo.

Com a descoberta dos tipos rizomatosos, no Marrocos, houve a chance de se aumentar a persistência da espécie (LI & BEUSELINCK, 1996). A partir disso, em 1989, foram iniciados nos Estados Unidos trabalhos voltados à incorporação dessa característica em cultivares comerciais de cornichão, culminando com o lançamento da cv. ARS2620, caracterizada pela presença de rizomas

(BEUSELINCK & STEINER, 1996). Essa cultivar, por propagar-se vegetativamente, torna-se menos dependente de suas reservas, além de possuir altas concentrações de taninos condensados que servem de defesa da planta contra patógenos e favorecem a digestibilidade dos ruminantes (WEN et al., 2002). Os estudos do sistema subterrâneo de populações selecionadas na cv. São Gabriel e sua comparação com os tipos rizomatosos realizados por Soster et al. (2004a), comprovaram a existência de caules subterrâneos na cultivar brasileira. Isso sugeriu, inicialmente, que o que se propagou como uma “descoberta de rizomas” no cornichão não seria exclusivo aos tipos marroquinos e que estudos de ontogênese e anatomia seriam importantes na elucidação de tais estruturas. Poles-Maroso et al. (2004), através de estudos anatômicos, confirmaram a similaridade entre os caules subterrâneos das populações da cv. São Gabriel com os rizomas das cultivares americanas obtidas com cruzamento com tipos marroquinos. Seguindo os critérios publicados por Apezato da Glória (2003) para classificação de caules subterrâneos, os autores concluíram que, tanto nos tipos marroquinos e derivados de cruzamentos com esses, como na cv. São Gabriel, o que foi denominado de rizoma, na verdade, é um sóbole.

Os sóboles são sistemas subterrâneos difusos, intrincados, providos de numerosas e robustas partes superficiais, mais ou menos paralelas à superfície do solo; já, os rizomas têm, em geral, origem na plúmula, constituindo um sistema monopolar de ramificação caulinar e não formando, portanto, um caule aéreo; a parte aérea oriunda do rizoma é representada por folhas e pelo escapo floral (Apezato da Glória, 2003).

O cornichão possui grande variabilidade, atribuída à ampla base genética e à sua forma tetraplóide ($2n=4x=24$ cromossomos somáticos), embora também seja encontrado na forma diplóide, como é o caso dos genótipos rizomatosos (STEINER & GARCIA DE LOS SANTOS, 2001). Conforme Grant (1999), essa variabilidade pode ser atribuída à hibridações interespecíficas.

Em outra espécie do gênero, *Lotus uliginosus* Schkuhr, denominado vulgarmente de cornichão-dos-banhados e cornichão-dos-campos úmidos (SMITH, 1975), alfafa *chilota* (BURKART, 1952), ou, seguindo a tradução para o português, “grande-trevo”, também há referência à existência de rizomas. Esses rizomas são uma característica importante para o estabelecimento das plantas em relação à propagação lateral, principalmente após o terceiro ano a partir do estabelecimento, quando a energia necessária para a manutenção e crescimento da planta provém das fontes de armazenamento nessas estruturas (WEDDERBURN & GWYNNE, 1981). Embora sua estrutura caular subterrânea seja mais vigorosa e espessa em relação ao cornichão (SCHEFFER-BASSO et al., 2001a), pela terminologia proposta por Appezzato da Glória (2003), essa espécie seria sobolífera e não rizomatosa.

Este trabalho teve como objetivo comparar morfofisiologicamente três cultivares de *Lotus* de diferentes hábitos de crescimento, através da descrição do padrão temporal de acúmulo e alocação de massa seca (MS), com a finalidade de elucidar questões referentes ao hábito de crescimento e sistema subterrâneo das mesmas contribuindo dessa forma com os estudos e trabalhos de melhoramento genético do gênero.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Universidade de Passo Fundo, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, com coordenadas de 28° 15' S, 52° 24' W e a 687 m de altitude, entre maio e dezembro de 2004. O clima é temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22 °C (MORENO, 1961). Na Figura 1 constam os dados de temperaturas médias ocorridas durante o período experimental e as normais regionais.

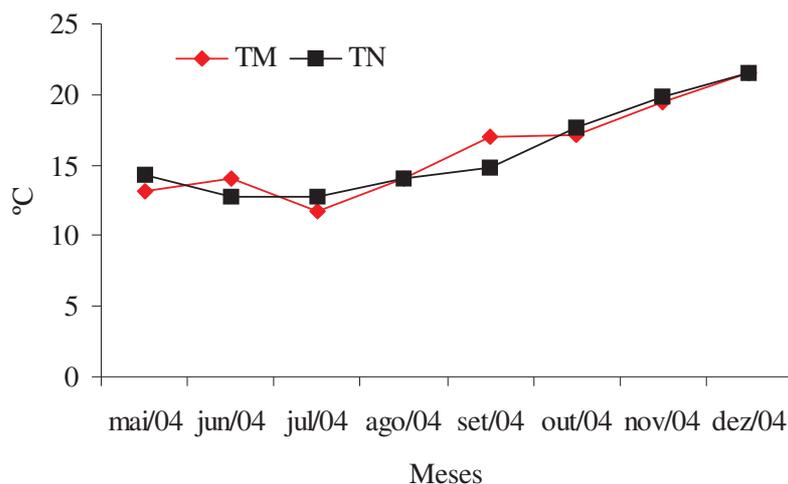


Figura 1 - Temperaturas normais (TN) e médias (TM) mensais ocorridas durante o período experimental. Passo Fundo RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br.

O ensaio constou da avaliação de duas cultivares de cornichão (cv. São Gabriel, brasileira; cv. ARS2620, americana) e uma de cornichão-dos-banhados (cv. Maku, neozelandesa), colhidas aos 90, 120, 150, 180 e 210 dias após a semeadura. O delineamento

experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. O cultivo das plantas ocorreu em condições de ambiente semi-protegido, sendo um telado com cobertura impermeável transparente, tendo como proteção lateral telas plásticas do tipo clarite (Figura 2).



Figura 2 - Vista geral do local do ensaio. Passo Fundo, RS. 2004.

As unidades experimentais constaram de vasos de plástico com capacidade para 5 kg de solo seco, perfurados na base e com uma pequena camada de brita no fundo. O substrato para o cultivo das plantas constou de uma mistura de solo, provindo de área de lavoura, dois tipos de cama sobreposta de suíno, à base de maravalha e de casca de arroz, e areia na proporção de 60:30:7:3. A análise químico-física desse substrato mostrou as seguintes características: pH: 5,3; P: 51 mg.L⁻¹; K: 201 mg.L⁻¹; argila: 36%; MO: 6,1%; Al: 0,0 cmol_c.dm⁻³; Ca: 6,7 cmol_c.dm⁻³; Mg: 6,4 cmol_c.dm⁻³; H+Al: 3,9 cmol_c.dm⁻³ e CTC: 17,5 cmol_c.dm⁻³. Não houve necessidade de adição de fertilizantes,

pois as características do substrato estavam de acordo com as exigências das espécies em estudo.

Em 7 de maio de 2004 foi realizada a semeadura, sendo colocadas cinco sementes em cada vaso. A emergência ocorreu até 20 de maio e em 15 de junho foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por vaso. A inoculação foi realizada aos 60 e 130 dias com 250 mL.vaso⁻¹ de uma solução de *Rhizobium lotii* a 2 g.L⁻¹ mediante rega. Em função de um leve amarelecimento das plantas, aos 90 e 180 dias, foi realizada a aplicação de 250 mL.vaso⁻¹ de uma solução de uréia a 3%. As plantas foram mantidas sem restrição hídrica mediante irrigação manual. Como tratamento fungicida para o controle de oídio (*Erysiphe* sp.) foram feitas três aplicações do produto à base de carbendazim a 0,5 mL. L⁻¹, com auxílio de pulverizador.

As colheitas ocorreram em 03/08, 03/09, 04/10, 04/11 e 01/12/04 para as idades de 90, 120, 150, 180 e 210 dias, respectivamente. As avaliações nas plantas contemplaram medidas lineares, de contagem, de superfície, de peso e volume (Benincasa, 2003); a partir de tais medidas foram calculados alguns índices, como relação folha:caule (g.MS de folha: g.MS de caule) e relação raiz:parte aérea (g.MS raiz: g.MS parte aérea). No momento da colheita as plantas foram avaliadas quanto à estatura, sendo respeitado o caimento natural da planta, e quanto à distância entre as extremidades das duas hastes mais longas, em posição oposta e distendida, aqui denominada como diâmetro da planta. Posteriormente, as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas em água corrente e levadas ao laboratório, onde a parte subterrânea foi separada em raízes e sóboles, e a parte aérea, nos seus componentes: hastes e folhas. As avaliações foram as seguintes:

diâmetro da coroa, medido através de paquímetro digital; comprimentos da raiz primária, haste mais longa e entrenós; área foliar, através de medidor de área foliar eletrônico LICOR modelo 3100A; número de hastes da coroa, consideradas como aquelas oriundas da porção da coroa rente à superfície do solo, hastes axilares, como aquelas oriundas da axila das folhas das hastes da coroa e de hastes secundárias já expandidas; com isso, foi obtido o número de hastes totais; volume de raízes, através de proveta graduada; produção de MS de folhas, hastes, sóboles e raízes, mediante secagem em estufa à 60°C. A massa seca da última colheita foi moída e analisada, separadamente, para folhas e caules, pelo método de espectrometria de reflectância no infravermelho proximal (NIRS), quanto aos teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN). Em cada colheita, foram observadas as características do sistema caulinar subterrâneo, bem como a nodulação. As imagens dos sóboles foram obtidas através do microscópio estereoscópico.

Os resultados foram submetidos à análise de regressão em função de dias de crescimento após semeadura, em modelo de parcela subdividida no tempo, onde as cultivares foram consideradas a parcela principal e os dias de crescimento após a semeadura, as subparcelas. Para as variáveis relativas à composição química foi realizada a análise da variância, com comparação das médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aspectos do desenvolvimento morfológico de *Lotus spp.*

Para algumas variáveis de crescimento houve apenas efeito simples de Cultivares e Idades: as cultivares mostraram diferenças quanto à estatura, volume da raiz, MS de hastes e parte aérea; para essas mesmas variáveis, acrescidas do comprimento de entrenó, nº de hastes totais, MS de folhas, aérea, radical e total e RFC, as cultivares exibiram a mesma tendência em nível temporal.

Ao final da fase de estabelecimento, considerada aqui como os primeiros 90 dias de crescimento, as cultivares exibiram estatura média de 4,1 cm e suas hastes se caracterizaram por entrenós curtos (1,5 cm). A partir dessa idade houve aumento na dimensão linear das plantas, em nível quadrático para estatura e linear para o comprimento de entrenó (Figura 3) e, aos 210 dias, as plantas adultas, porém, não florescidas, apresentaram cerca de 21 cm de estatura, com entrenós caulinares de 3,7 cm.

Na média das idades, as cvs. S. Gabriel (18,4 cm) e Maku (16,1 cm) foram superiores ($P < 0,05$) à cv. ARS2620 (9,1 cm), o que foi similar ao obtido por Soster et al. (2004a), em casa-de-vegetação, entre 14,3 e 30,2 cm de estatura para a cv. S. Gabriel e 7,5 cm para a cv. ARS2620. Em condições de campo, esses autores obtiveram entre 26 e 28 cm para a cv. S. Gabriel e 12 cm para a cv. ARS2620. Scheffer-Basso et al. (2001b), em casa-de-vegetação, estimaram estaturas entre 17,5 e 31 cm na cv. S. Gabriel. A estatura é um atributo estreitamente relacionado ao hábito de crescimento. Para Caroso et al.

(1981), em seu estudo com cornichão, plantas com hábito mais ereto foram menos persistentes, principalmente quando submetidas a cortes ou pastejo. Pelo observado neste trabalho e corroborando o que Soster et al. (2004a) verificaram, dentre as cultivares, a cv. ARS2620 é a mais prostrada (Figura 4).

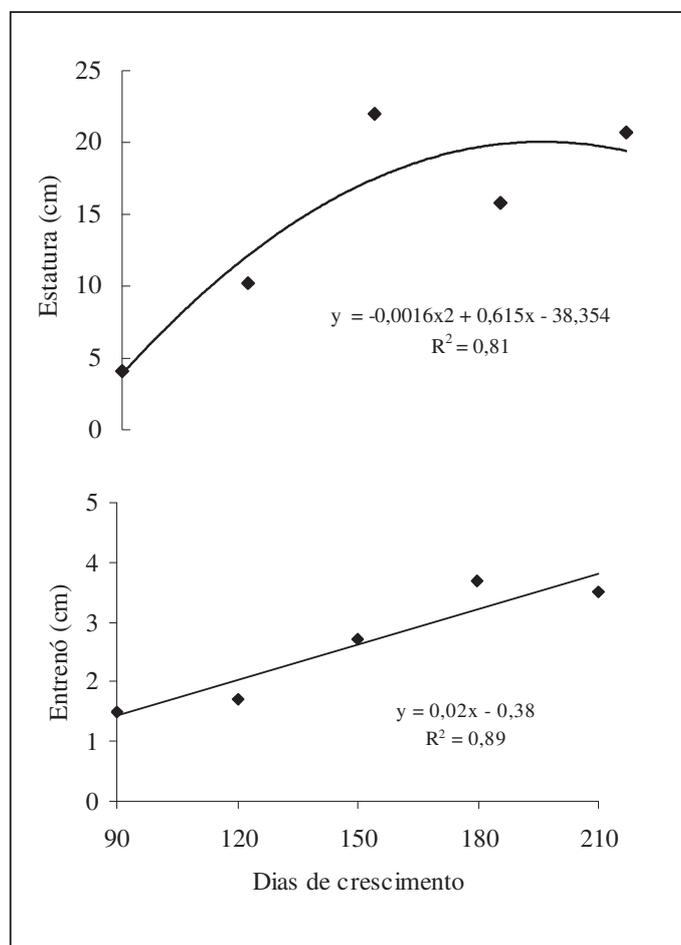


Figura 3 - Estatura e comprimento do entrenó referentes à média das cvs. ARS2620, Maku e São Gabriel em função de dias de crescimento após a sementeira. Passo Fundo, 2004.

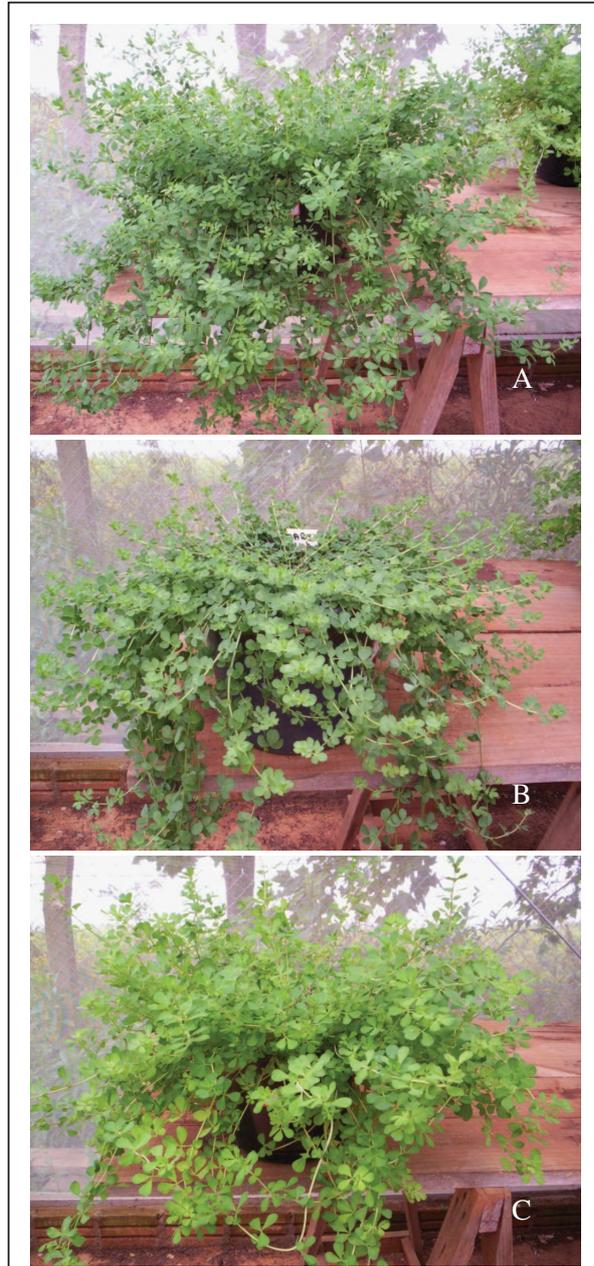


Figura 4 - Aspecto do hábito de crescimento das cvs. S. Gabriel (A), ARS2620 (B) e Maku (C). Passo Fundo, 2004.

A maior persistência das plantas prostradas pode estar relacionada ao fato de que nessas plantas, após serem pastejadas, permanece um maior número de gemas ao nível do solo (NELSON & MOSER, 1994). No entanto, mesmo em plantas mais prostradas, mas cujos caules são ascendentes, por ocasião do florescimento ocorre o alongamento dos entrenós e, como consequência, há a elevação do dossel, como registraram Formoso (1993) e Soster et al. (2004a) em cornichão. Neste trabalho, apesar de não ter ocorrido o florescimento, os entrenós aumentaram de comprimento, alcançando cerca de 4 cm (Figura 3).

Em termos fenológicos, o fato das plantas não florescerem pode estar parcialmente vinculado às condições de cultivo; como não houve restrição hídrica houve um estímulo ao desenvolvimento vegetativo. Além disso, o cultivo não excedeu os 210 dias, o que pode ter sido aquém do necessário à mudança do estágio fenológico. Em casa-de-vegetação, Soster et al. (2004a) registraram o florescimento de genótipos de cornichão entre 170 e 270 dias de idade, sendo que a cv. ARS2620 foi mais tardia, florescendo entre 231 e 247 dias. Quanto à cv. Maku, Monteiro & Paim (1982) observaram, no campo, florescimento apenas aos 223 dias.

A pequena estatura das plantas (4,1 cm), passados 90 dias da sementeira, reforçam o que já está atestado para o cornichão, ou seja, o seu lento crescimento inicial. Esse fato deve-se, em parte, ao baixo vigor de suas sementes, que dificulta o seu uso na formação de pastagens (SHIBLES & MACDONALD, 1964; COOPER, 1966; BEUSELINCK & MCGRAW, 1983), em especial sob condições de competição com outras plantas na comunidade vegetal. No entanto,

após esse período crítico, a espécie é capaz de elevadas produções. Em cultivo consorciado com festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.), Scheffer-Basso et al. (2002a), obtiveram 3.500 kg.ha⁻¹ de MS da cv. S. Gabriel, no ano do estabelecimento.

O desenvolvimento das plantas forrageiras, em geral, é lento na fase inicial, mas na medida em que a parte aérea aumenta, aumentam as reservas e seu crescimento é acelerado até atingir o ponto máximo (Peterson, 1970). Esse comportamento também foi verificado quanto à ramificação das plantas, que aos 90 dias apresentavam cerca de 13 hastes (Figura 5); com os acréscimos constantes ao longo do tempo as plantas, aos 210 dias de idade, exibiram, em média, 230 hastes.planta⁻¹, demonstrando o vigor e a dinâmica do processo.

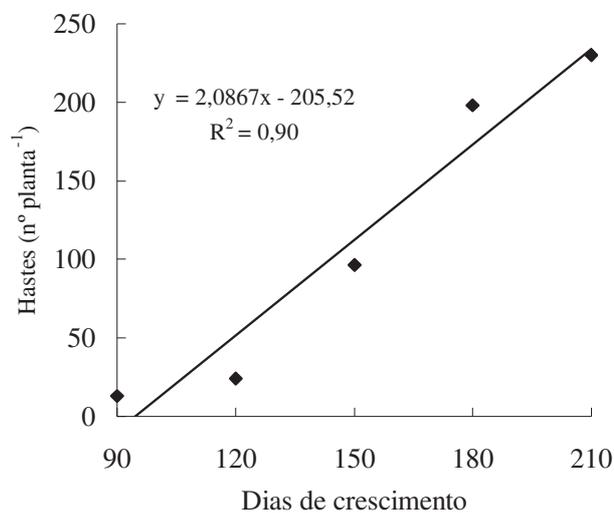


Figura 5 - Dinâmica da ramificação em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e São Gabriel. Passo Fundo, 2004.

Esse comportamento também foi verificado em nível de MS de hastes. Apesar da mesma tendência temporal das cultivares, na média das idades as cvs. S. Gabriel (13,9 g.planta⁻¹ de MS) e Maku (14,9 g.planta⁻¹ de MS) foram superiores ($P < 0,05$) à cv. ARS2620 (10,9 g.planta⁻¹ de MS), revelando e quantificando o hábito e a dimensão das mesmas (Figura 6). As formas através das quais as plantas crescem são características que devem ser consideradas em trabalhos de comparação nos valores de produção entre diferentes espécies (Steiner e Garcia de los Santos, 2001; Soster et al., 2004a).

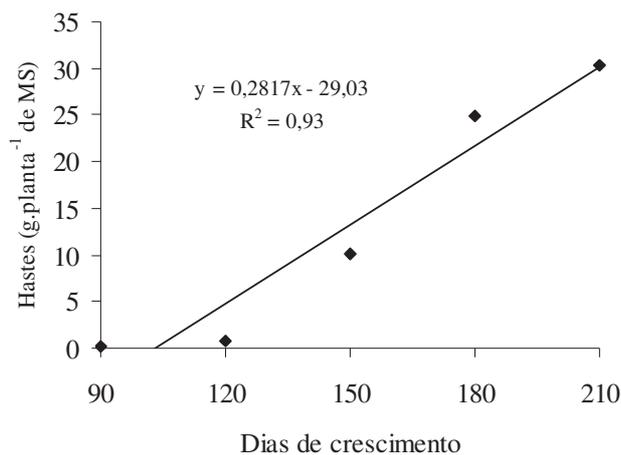


Figura 6 - Dinâmica da produção de massa seca de hastes de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.

Quimicamente, as hastes apresentaram valores distintos ($P < 0,5$) entre as cultivares, com superioridade para a cv. ARS2620 quanto à PB. Já, para FDA e FDN, essa cultivar ficou em nível intermediário, ao passo que a cv. S. Gabriel superou ($P < 0,05$) a cv.

Maku, sugerindo, portanto, menor valor nutritivo sob os aspectos de consumo e digestibilidade (Figura 7).

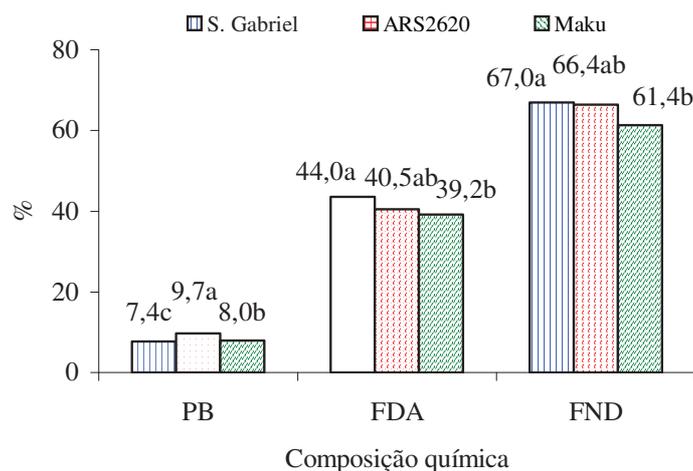


Figura 7 - Teores de proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) de hastes de *Lotus* spp. aos 210 dias de idade. Médias, sobre as colunas, seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%. Passo Fundo, 2004.

Conforme Paterson et al. (1994), forrageiras de alta qualidade caracterizam-se por apresentar teores de FDA e FDN relativamente baixos, em torno de 30 e 60% respectivamente. No entanto, é importante salientar que os dados deste estudo (Figura 7) se referem às hastes, que são o componente estrutural da planta de menor valor nutritivo, e que ao ser misturada e analisada com as folhas, há uma melhoria no valor nutritivo da forragem, como um todo. A cv. Maku foi a que mostrou menores valores das frações fibrosas, o que pode ser devido ao fato de suas hastes serem fistulosas, o que implica em menor quantidade de tecidos estruturais. Os resultados obtidos

foram similares aos encontrados por Soster et al. (2004b), que registraram 9,6% de PB para a cv. ARS2620. Scheffer-Basso et al. (2001a) obtiveram 14,8% de PB para a cv. S. Gabriel e 13,5% para a cv. Maku, em estágio vegetativo.

A área foliar das cultivares aumentou consideravelmente (Figura 8), em função da produção de novas hastes e do aumento dos sítios meristemáticos, conforme observaram Nelson & Smith (1968) em seus estudos com cornichão e alfafa (*Medicago sativa* L.).

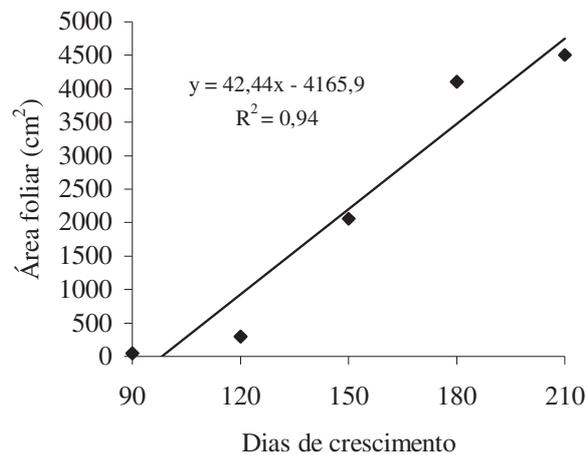


Figura 8 - Dinâmica da área foliar de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.

As temperaturas registradas durante os meses de cultivo (Figura 1) favoreceram o crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que nunca foram inferiores à temperatura-base do cornichão, de 4,7 °C (MOOT et al., 2000). Aos 210 dias de crescimento, as plantas apresentaram cerca de 4500 cm² de área foliar e 20 g.planta⁻¹

de MS de folhas (Figura 9), cuja composição química foi similar entre as cultivares ($P > 0,05$), tendo em média, 14% de PB, 21% de FDA e 52% de FDN. Sob o ponto de vista do pastoreio, o que tem maior importância, é a capacidade da planta de produzir folhagem a partir de suas reservas (PETTERSON, 1970). Segundo López et al. (1966), as folhas são a principal parte da planta a qual é aproveitada pelo ruminante, pois elas compõem grande parte de sua nutrição. Os autores obtiveram teor de PB entre 20% e 27%, em folhas de cornichão cultivado no campo aos 133 dias de crescimento.

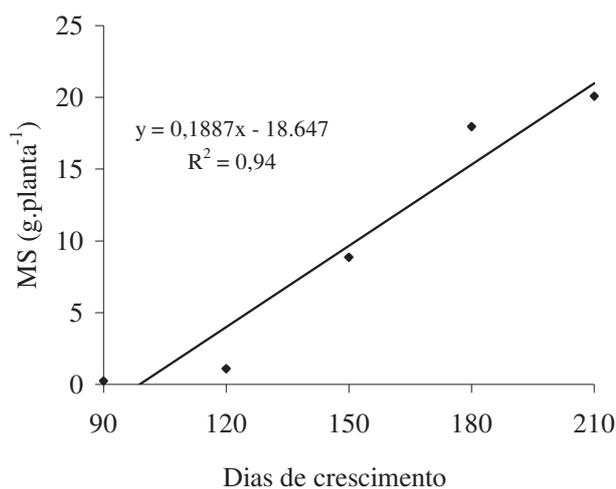


Figura 9 - Dinâmica do acúmulo de massa seca foliar de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.

Brougham (1956) enfatizou a importância da área foliar para o desenvolvimento e produção da planta, visto que esse fator determina o momento em que a planta atinge máxima eficiência de interceptação da luz solar, o que é essencial para viabilizar a

produção. Observou-se que na cv. ARS2620 houve maior sombreamento da base das plantas, devido aos entrenós mais curtos e ao hábito mais prostrado, fato que ocorreu em menor intensidade na cv. S. Gabriel, por ser mais ereta. A relação positiva entre área foliar e produção de MS foi evidenciada por Scheffer-Basso et al. (2002b) em cornichão, onde, mesmo com IAF 4,0, aos 233 dias de idade, esse índice estava em aumento linear.

Com o final do inverno e o início da primavera, a partir dos 120 dias de crescimento, as plantas tiveram um expressivo aumento da MS e aos 210 dias de idade estavam com cerca de 50 g.planta⁻¹ de MS na parte aérea e próximo a 75 g no total (Figura 10).

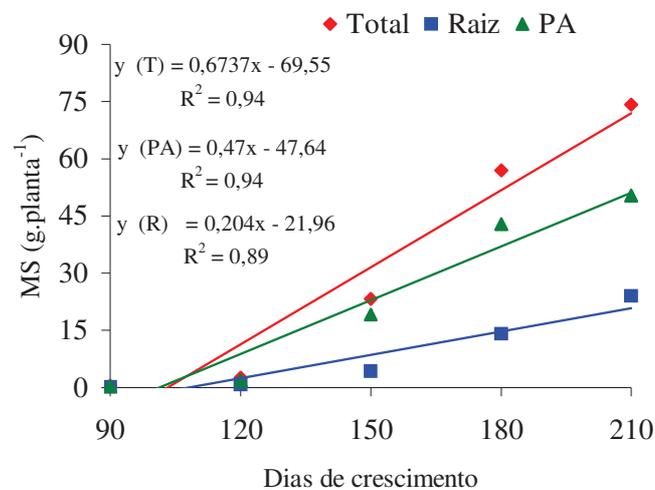


Figura 10 - Dinâmica da massa seca total (T= raízes + parte aérea), parte aérea (PA) e raízes (R) de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após a semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.

Entre as cultivares, na média das idades, as cvs. S. Gabriel (24,6 g.planta⁻¹ de MS) e Maku (24,4 6 g.planta⁻¹ de MS) foram superiores ($P < 0,05$) à cv. ARS2620 (19,6 g.planta⁻¹ de MS) quanto à parte aérea.

Em relação à MS das raízes, incluindo os sóboles emitidos até os 180 dias, houve um crescimento linear, acompanhando a tendência da parte aérea, porém em menor grandeza. Vignólio et al. (2002) obtiveram valores de 56,7 e 52,4 g.planta⁻¹ de MS total em *Lotus glaber* Mill e cornichão, respectivamente, aos 300 dias de cultivo. Soster et al. (2004b) quantificaram entre 112 e 266 g.planta⁻¹ de MS total em plantas de cornichão submetidas a sete cortes durante um ano.

A relação raiz: parte aérea (RPA) foi em média de 0,38 g.planta⁻¹ de MS, caracterizando um investimento expressivo em raízes. Scheffer-Basso et al. (2002b) obtiveram média de RPA de 0,32 para o cornichão e 0,34 para o cornichão-dos-banhados. Elias & Chadwick (1979) destacaram que a baixa taxa de crescimento de plântulas de cornichão está estreitamente relacionada à sua elevada RPA, sendo, no entanto, este fator que o torna competitivo em solos de baixa fertilidade.

Conforme avançaram os dias de crescimento diminuiu a relação folha:caule (Figura 11). No estágio vegetativo é comum haver uma maior RFC, pois é uma época de ativa formação de folhas; com o passar do tempo, há o alongamento dos entrenós, com a conseqüente alteração nessa razão, havendo maior investimento relativo em caules e posteriormente em estruturas reprodutivas.

Neste estudo, a RFC foi reduzida, de 2,0 para 0,7, valores próximos aos obtidos por Scheffer-Basso et al. (2001a) em cornichão, de 5,0 para 0,53, entre o início e final do ciclo vegetativo. Apesar dessa acentuada queda na RFC, o cornichão, devido ao seu hábito indeterminado, consegue manter sua forragem em níveis elevados, pois apesar de entrar em florescimento há uma contínua emissão de hastes vegetativas. Isso é o que faz com que nessa espécie possam ser aplicadas técnicas de manejo como o diferimento e o atraso na colheita (BEUSELINCK et al., 1984).

O sistema subterrâneo das cultivares foi formado pelas raízes de primeira, segunda e terceira ordem bem como pelos sóbols. O volume das raízes aumentou linearmente, com um valor máximo próximo a $100 \text{ cm}^3 \cdot \text{planta}^{-1}$ (Figura 12).

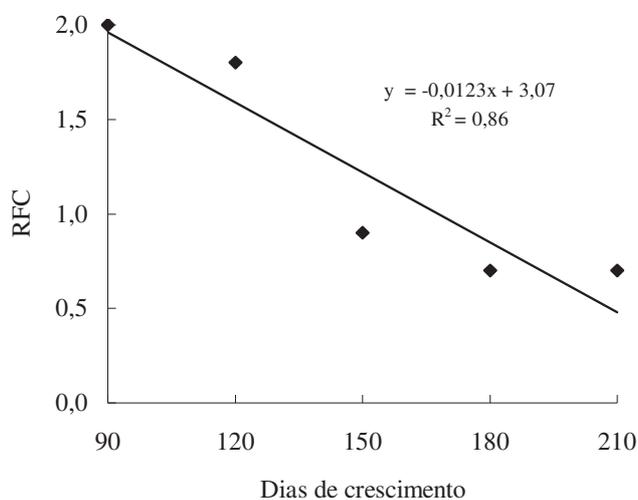


Figura 11 - Relação folha:caule (RFC= $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$) de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.

No entanto, na média das idades, as cvs. S. Gabriel (57,5 cm³) e Maku (49,7 cm³) superaram (P<0,05) à cv. ARS2620 (26,7 cm³). O aspecto geral do sistema subterrâneo das cultivares pode ser examinado na Figura 13.

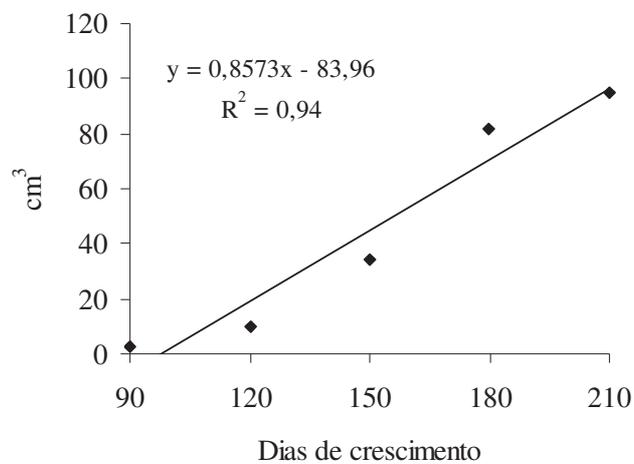


Figura 12 - Volume do sistema radical de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Média das cvs. ARS2620, Maku e S. Gabriel. Passo Fundo, 2004.



Figura 13 - Aspecto do sistema subterrâneo das cvs. ARS2620 (A), Maku (B) e S. Gabriel (C) aos 210 dias após semeadura, com detalhe para os sóbolos (→) da cv. Maku. Passo Fundo RS, 2004.

O desenvolvimento morfológico das cultivares divergiu ($P < 0,05$) em nível temporal quanto às medidas relativas ao diâmetro da planta e da coroa, comprimento do sistema radical e nº de hastes da coroa, demonstrando a interação Cultivar x Dias de crescimento. Quanto à parte aérea, as cultivares mostraram diferenças em nível de tendência e de grandeza das alterações ao longo do tempo (Figura 14).

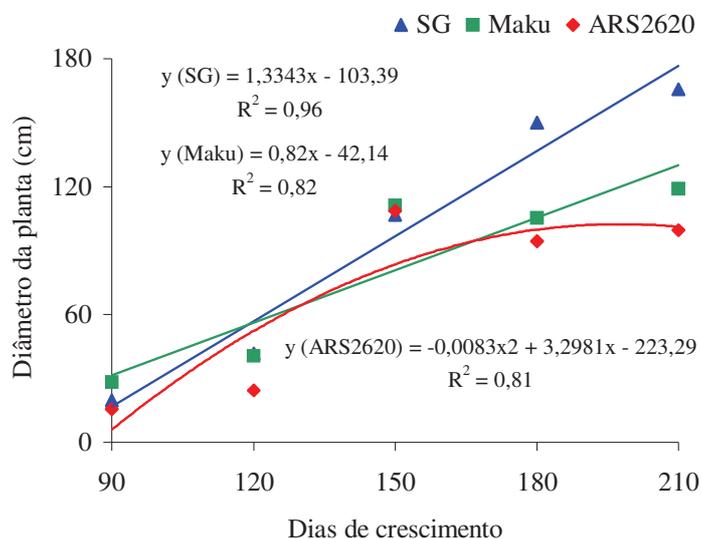


Figura 14 - Diâmetro das plantas de cultivares de *Lotus* spp. em função de dias de crescimento após a semeadura. Passo Fundo, 2004.

Para o diâmetro da planta, que indicou a distância entre as duas hastes extremas lateralmente e distendidas, as cultivares exibiram suas diferenças a partir do 120º dia, sendo que a cv. ARS2620 tendeu a estabilizar a partir do 150º dia. A cv. S. Gabriel foi superior às demais em função de possuir hastes mais longas; no entanto, o elevado valor (165 cm, aos 210 dias de idade), não demonstrou o

vigor da planta, pois essa medida não indicou o grau de ramificação, área foliar, etc. Portanto, há que se ter cuidado na interpretação dessa medida, uma vez que em condição de vaso, sem restrição hídrica e ausência de competição, houve um crescimento exuberante da parte aérea das plantas. No entanto, essa medida mostrou, com fidelidade, as diferenças de tamanho das cultivares, em que a cv. ARS2620 foi sempre a menor, concordando com resultados de Soster et al. (2004b). Caroso et al. (1982), em seu trabalho com o cornichão-dos-banhados, também obtiveram maiores taxas de diâmetro em relação à estatura das plantas, caracterizando o hábito de crescimento da espécie. Conforme Bonemaison & Jones (1986), no cornichão, o diâmetro da planta é uma característica que contribui para diferenciar os tipos nativos exóticos, sendo os primeiros menores.

Já, com relação à coroa (Figura 15), as diferenças entre as cultivares se manifestaram de forma mais evidente, embora com a mesma tendência. A cv. Maku se destacou das demais pelo maior tamanho, 124% maior em relação à cv. S. Gabriel, demonstrando maior potencial para emissão de hastes basilares. Nos programas de melhoramento dessa última, o aumento do tamanho da coroa deve ser um dos objetivos principais na seleção de tipos com aptidão para pastejo, dada a importância dessa estrutura como fonte de sítios meristemáticos e local de reservas orgânicas. Marques-Ortiz et al. (1996) destacaram a importância da coroa para o desenvolvimento de novas hastes, em que a alta produtividade e persistência podem estar associados à morfologia dessa estrutura, indicando maior ou menor vulnerabilidade à injúrias.

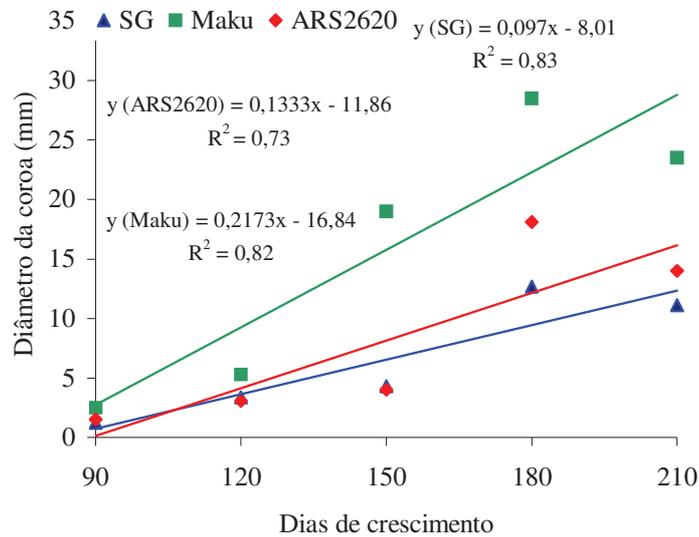


Figura 15 - Diâmetro da coroa de cultivares de *Lotus* spp. em função de dias de crescimento após a semeadura. Passo Fundo, 2004.

A importância da coroa foi observada por Wasson & Barnett (1971), ao estabelecerem uma relação positiva entre a coroa mantida abaixo da superfície do solo e a emissão de novas hastes no período pós-inverno, em cornichão. Neste trabalho, durante o período de estabelecimento, até o 90º dia de idade, o desenvolvimento da coroa foi pequeno, o que pode ser observado também quanto ao número de hastes oriundas dessa estrutura (Figura 16).

No entanto, com o aumento das temperaturas, principalmente a partir da segunda colheita, observou-se maior ritmo nesse processo, especialmente na cv. ARS2620. Smith (1962) também observou, em cornichão, que a emissão de hastes da coroa ocorreu no início da primavera.

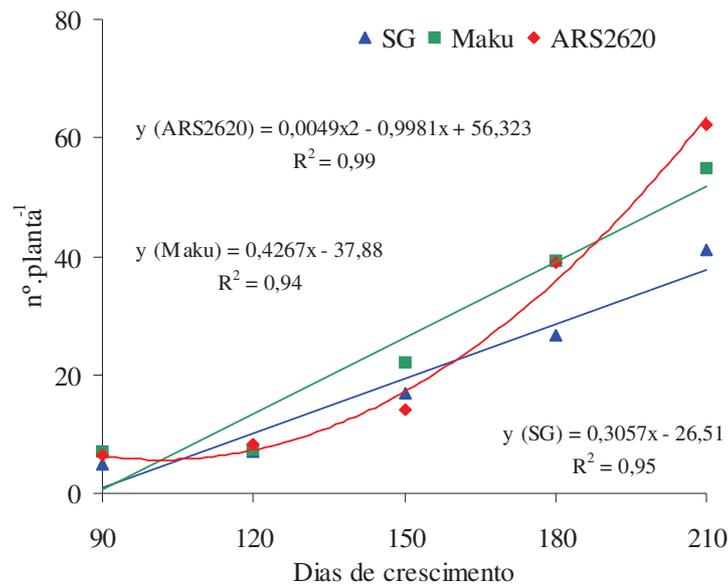


Figura 16 - Dinâmica das hastes da coroa de cultivares de *Lotus* spp. em função de dias de crescimento após a semeadura. Passo Fundo, 2004.

O aumento foi constante e linear para as cvs. Maku e S. Gabriel, atingindo aos 210 dias, 41 e 52 hastes da coroa, respectivamente; na cv. ARS2620 a tendência foi de maiores aumentos a partir do 150º dia de idade, apresentando à última época, 62 hastes, numa expressão marcante de sua maior ramificação em nível basilar. Geralmente, em plantas de hábito mais prostrado, como é o caso das cvs. Maku e ARS2620, há uma maior emissão de gemas basilares; já em espécies mais eretas, como a cv. S. Gabriel, há uma maior proporção de gemas axilares superiores (ARAÚJO & JACQUES, 1974a; NELSON & SMITH, 1968; SCHEFFER-BASSO

et al., 2000). Esse comportamento também pode ser observado quanto à proporção das hastes da coroa no total de hastes das plantas que, notadamente, aumentou a partir da primavera (150º dia), notadamente na cv. ARS2620 (Figura 17).

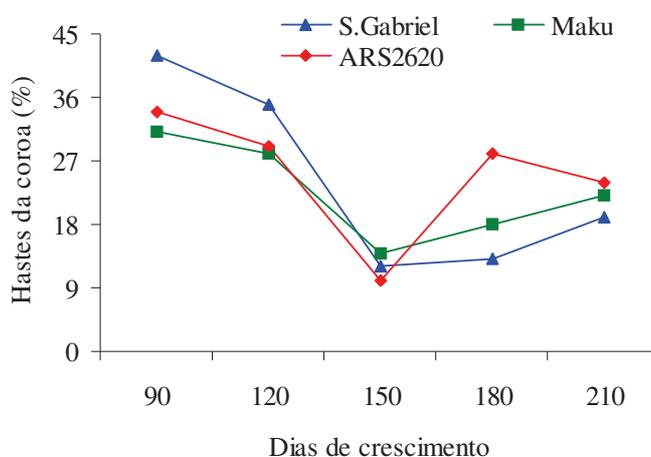


Figura 17 - Contribuição percentual média das hastes da coroa de cultivares de *Lotus* spp. no total de hastes. Passo Fundo, 2004.

Em relação ao comprimento do sistema radical (Figura 18), aos 90 dias todas as cultivares já apresentavam acima de 20 cm, sem haver diferenças entre elas. No entanto, a partir dos 150 dias, as cultivares de cornichão se destacaram positivamente da cv. Maku evidenciando diferenças interespecíficas. É uma das características do cornichão o maior investimento inicial em raiz, comparado com o desenvolvimento da parte aérea (SCHEFFER-BASSO et al., 2001b; PAIM & RIBOLDI, 1991; MONTEIRO & PAIM, 1982), referem-se ao cornichão como espécie de raiz profunda, o que lhe confere resistência a períodos de estiagem, diferentemente da cv. Maku, que apresenta raízes curtas, característica de plantas tolerantes ao

alumínio. Essa cultivar mostrou, neste estudo, um sistema subterrâneo mais superficial, com raízes mais curtas, bifurcadas e sóbols densamente enraizados, características de plantas tolerantes a solos ácidos, de baixa fertilidade (WEDDERBURN & GWYNNE, 1981). Segundo Lowther (1980), esses atributos são de espécies adaptadas a solos pobres em fósforo e com alto teor de umidade, o que foi confirmado por Davis (1981). Também para Shiferaw et al. (1992), a tolerância apresentada pela cv. Maku em relação a solos alagados deve-se ao seu sistema radical curto e à sua baixa capacidade de absorção de água.

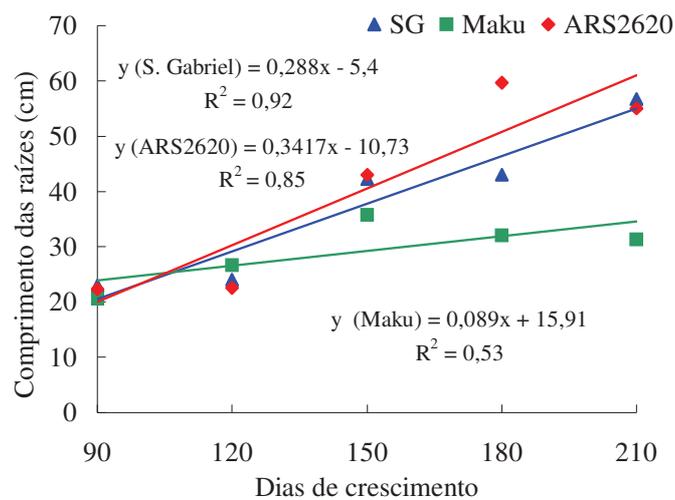


Figura 18 - Comprimento das raízes de cultivares de *Lotus* spp. em função dos dias de crescimento após semeadura. Passo Fundo, 2004.

As diferenças entre o comprimento e a distribuição das raízes são características que explicam a maior persistência de *Lotus* em relação à alfafa a solos rasos e mal drenados (SEANEY &

HENSON, 1970), sendo caracteres importantes a serem avaliados, especialmente na comparação de genótipos.

3.2 Considerações sobre o sistema subterrâneo caulinar de *Lotus* spp.

As três cultivares de *Lotus* apresentaram caules subterrâneos. No entanto na cv. Maku, o surgimento desses caules foi mais precoce, por volta dos 120 dias, apresentando-se mais espessos e em maior quantidade em relação às demais cultivares (Figura 19).

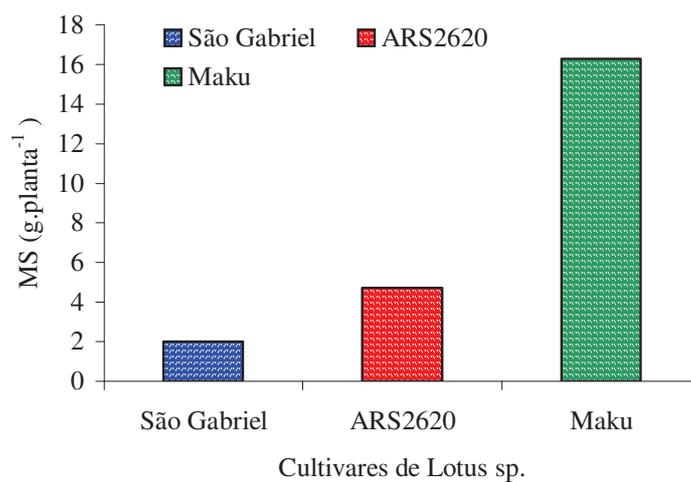


Figura 19 - Acúmulo de massa seca de sóboles de cultivares de *Lotus* spp. aos 210 dias após sementeira. Passo Fundo, 2004.

Como a emissão dos sóboles nas cvs. S. Gabriel e ARS2620 foi mais tardia, foi possível avalia-las na última colheita aos 210 dias. Na cv. Maku houve uma produção de 16,3 g.planta⁻¹ de MS,

em relação às $14,8 \text{ g.planta}^{-1}$ de MS das hastes aéreas, indicando ser um importante dreno de fotoassimilados. Apesar do curto período de cultivo esses caules enraizaram, o que já havia sido constatado por Scheffer-Basso et al. (2001a). Os autores caracterizaram o sistema subterrâneo da cv. Maku como sendo o conjunto da raiz principal, suas ramificações e rizomas. Já, nas cvs. S. Gabriel e ARS2620, o aparecimento desses caules somente observado a partir do 180º dia, porém, em ritmo e importância inferiores se comparados com as hastes e, ao contrário da cv. Maku, não apresentaram enraizamento.

A origem desses caules foi de gemas provenientes da coroa. Enquanto subterrâneos, eram aclorofilados, não apresentavam entrenós nem raízes adventícias e apresentavam os rudimentos dos folíolos junto aos nós (Figura 20). Após um período de crescimento lateral, emergiram, tornando-se verdes e desenvolveram-se de forma similar às hastes. As características dos caules subterrâneos do cornichão (cvs. S. Gabriel e ARS2620) conferem com relato de Soster et al. (2004a); segundo esses autores, apesar de não serem rizomas, os caules subterrâneos são igualmente importantes para a persistência da planta, não como órgãos armazenadores de reservas, como os rizomas, mas como um local protegido, capaz de originar novas hastes e, por fragmentação, possivelmente, novos indivíduos o que é fundamental para a propagação vegetativa das plantas. Os rizomas descritos por Li & Beuselinck (1996) teriam origem nas gemas axilares das hastes subterrâneas, também eram aclorofilados enquanto subterrâneos, apresentavam crescimento lateral por um período e após emergiam, estabelecendo-se como hastes aéreas; no entanto, os autores citaram a

presença de camada escamosa, o que não foi evidenciado nos caules subterrâneos das cultivares estudadas.

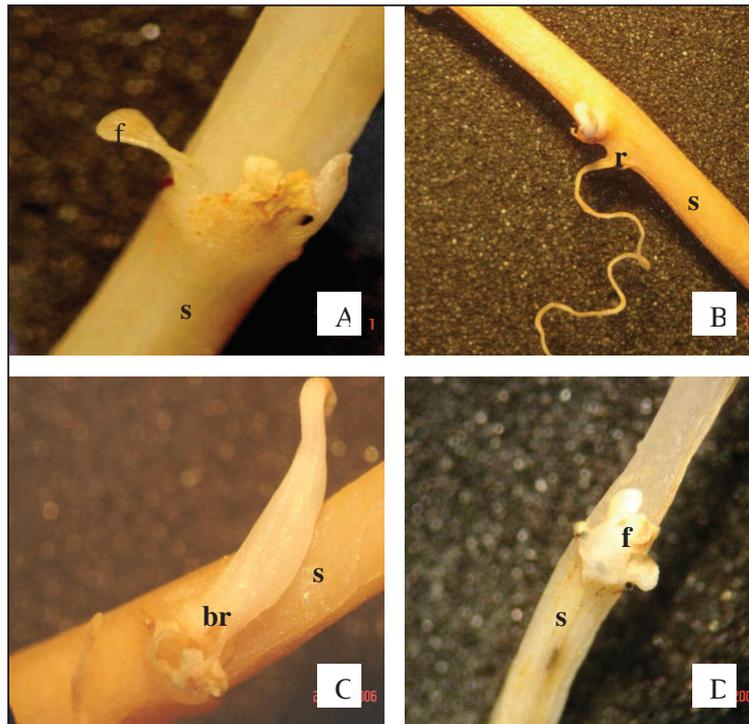


Figura 20 - Aspecto dos locais de origem dos folíolos dos sóboles Da cva. Maku (A e B), S. Gabriel (C), ARS2620 (D), aos 210 dias de crescimento após semeadura. ME 20x. Passo Fundo, RS, 2004. Passo Fundo, 2004. Broto (br); folíolo (f); raiz (r); sóbole (s). Passo Fundo, 2004

É possível que as folhas, ditas escamosas, observadas pelos autores fossem os rudimentos dos folíolos basilares, como foi verificado neste estudo. Wassom & Barnett (1971) consideraram que o enraizamento dos caules subterrâneos do cornichão é restrito a tecidos mais velhos (emadurados), e que em plantas com a coroa protegida pelo solo há uma maior facilidade na emissão desses caules.

Considera-se que no final do cultivo as plantas ainda estavam em estágio vegetativo e que a coroa sempre esteve protegida pelo solo.

De acordo com Appezzato da Glória (2003), para que um caule subterrâneo seja classificado como rizoma é preciso: presença de nós e entrenós marcantes e protegidos por catafilos, emissão, a partir dos nós, somente de folhas e escapos florais, sendo, portanto, um sistema caulinar monopolar. Já, plantas sobolíferas geram ramos, tal como foi observado por Scheffer-Basso (1999) na cv. Maku (Figura 21).



Figura 21 - Aspecto dos sóboles da cv. Maku. Passo Fundo, 1999.

As cultivares de *Lotus* spp. se caracterizam por apresentarem sistema caulinar aéreo, cujo caule primário manteve-se em atividade, configurando um sistema bipolar (Figura 21). Os caules subterrâneos não apresentaram nós e entrenós marcantes e, tal como descrito por Appezzato da Glória (2003), ao emergirem do solo tornaram-se clorofilados e desenvolveram hastes e folhas.

4 CONCLUSÕES

1. As cultivares de *Lotus* spp. - cv. ARS2620, São Gabriel e Maku - possuem o mesmo padrão temporal relativo à estatura, volume radical e massa seca área, diferindo quanto à grandeza das alterações.
2. As cvs. Maku e São Gabriel superam a cv. ARS2620 na dimensão das plantas, com maior potencial de produção de massa seca.
3. As cultivares diferem em nível temporal e de grandeza quanto ao diâmetro das plantas e da coroa, comprimento do sistema radical e número de hastes da coroa.
4. O sistema subterrâneo das cultivares é do tipo difuso, formado por raízes e sóboles, sendo esses últimos mais vigorosos na cv. Maku, não havendo rizomas.

CAPÍTULO II

CAPACIDADE DE REBROTA DE CULTIVARES DE *Lotus* spp. DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

RITA POLES MAROSO¹, SIMONE MEREDITH SCHEFFER-BASSO²,
CERCI MARIA CARNEIRO³

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo comparar cultivares de *Lotus* spp. de diferentes hábitos de crescimento *L. corniculatus*: (São Gabriel - ereto; ARS2620 – prostrado, sobolífero) e *L. uliginosus*: (cv. Maku – decumbente, sobolífero), submetidas a cortes em diferentes alturas (4 - 8 cm) e intervalos (2 - 4 semanas) durante 233 dias, em cultivo em vaso. As maiores produções de massa seca (MS) foram obtidas sob cortes a 8 cm x 4 semanas (Maku= 13,3 g.planta⁻¹; S. Gabriel= 11,5 g.planta⁻¹; ARS2620= 7,3 g.planta⁻¹); em níveis intermediários (4 cm x 4 semanas; 8cm x 2 semanas) a cv. Maku foi superior às demais cultivares; no manejo 4 cm x 2 semanas não houve diferença entre as cultivares. A cv. ARS2620 mostrou menor estatura, maior cobertura foliar residual e maior relação folha:caule. Na condição residual após o último corte a cv. Maku superou as cvs. S. Gabriel e ARS2620 quanto ao diâmetro da coroa, MS da raiz primária, sóboles, subterrânea e aérea. Todas as cultivares foram favorecidas

¹ Bióloga, mestranda do programa de Pós-Graduação em Agronomia, (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo, RS, (UPF), Área de concentração em Produção Vegetal.

² Orientadora, Eng^a. Agr^a., Dr^a., professora do PPGAgro e do ICB/UPF.

³ Co-orientadora, Bióloga Dr^a., professora do ICB/UPF.

com manejo menos intenso, mas mostraram mecanismos compensatórios ao serem submetidas a cortes baixos, desde que sob menor frequência, ou sob cortes frequentes, desde que menos intensos. A sobrevivência da cv. São Gabriel e o sistema subterrâneo de *Lotus* spp. foram comprometidos sob cortes intensos e frequentes.

Palavras-chave: manejo, produção, sobrevivência.

REGROWTH CAPACITY OF *Lotus* spp. CULTIVARES OF DIFFERENT HABIT GROWTH

ABSTRACT: This work had the objective to compare *Lotus* spp. cultivars of different growth habit *L. corniculatus* (São Gabriel, erect ; ARS2620, prostrate) and *L. uliginosus* (cv.Maku, decumbent), submitted to cutting at different height (4 - 8 cm) and intervals (2 - 4 weeks) during 233 days, in pot cultivation. The biggest dry matter (DM) production was obtained under 8 cm x 4 weeks cutting (Maku= 13.3 g.plant⁻¹; S. Gabriel= 11.5 g.plant⁻¹; ARS2620= 7.3 g.plant⁻¹; in intermediate levels (4 cm x 4 weeks; 8cm x 2 weeks) the cv. Maku surpassed others; in 4 cm x 2 weeks management was not difference among cultivars. The cv. ARS2620 showed the lowest height, the highest residual leaf canopy after defoliation and the highest leaf:stem ration. In the residual condition after the last cutting the cv. Maku overcame the other cultivars for crown diameter, DM of taproot, sobole, underground and shoot parts. Lenient management favours all the cultivars but show compensatory mechanism when they were submitted to intense and less frequent cutting, or under frequent and

less intense cutting. The persistence of cv. S. Gabriel and the underground system of *Lotus* spp. were affected under intense and frequent cutting.

Key words: management, production, survival.

1 INTRODUÇÃO

Uma das propriedades fundamentais das plantas forrageiras perenes está na sua capacidade de reiniciar o novo crescimento após desfolhações. A rapidez com que reiniciam o crescimento após corte ou pastejo é o principal fator que determina sua produtividade no próximo corte, bem como a produção na estação de crescimento. Esse processo depende das condições ambientais, como temperatura, umidade e fertilidade do solo, assim como de suas condições morfofisiológicas por ocasião do corte. Dentre os caracteres morfofisiológicos que condicionam o potencial da rebrota e influenciam a taxa de crescimento das forrageiras destacam-se: o nível de carboidratos de reserva da planta, a altura dos pontos de crescimento (meristemas) em relação ao plano de corte, a área foliar remanescente e o número e viabilidade de gemas basilares (BROUGHAM, 1956; BROWN et al., 1966).

Conforme Sheaffer et al. (1992), o hábito de crescimento também pode refletir na capacidade de rebrote e no tempo de vida útil da mesma. Em seu trabalho avaliando *Trifolium ambiguum* M. Bieb., rizomatoso, e cornichão (*Lotus corniculatus* L.), sem rizomas, sob pastejo, verificaram que esse último teve seu estande reduzido, ao contrário do primeiro. Assim, a existência de caules subterrâneos ou estolões são uma característica importante em plantas para pastagens.

O cornichão é uma leguminosa que apresenta problemas de persistência, especialmente sob pastejo, o que está condicionado fundamentalmente ao seu hábito de crescimento, apesar de mostrar versatilidade quanto à sobrevivência do estande, uma vez que há

condições de aumento da população de plantas através da ressemeadura natural (CAROSO et al. 1981; FLARESSO & SAIBRO, 1992). No caso da cv. São Gabriel, de hábito ereto, a seleção de tipos morfológicos mais prostrados, com coroas mais vigorosas e caules subterrâneos seria extremamente interessante, já que é uma cultivar adaptada ao sul do Brasil e traz todas as vantagens do gênero, como não provocar timpanismo e ser mais tolerante à acidez em relação aos trevos (*Trifolium* spp.) e alfafa (*Medicago sativa* L.).

Caroso et al. (1981), ao compararem progênies de clones da cv. São Gabriel com cultivares americanas, verificaram que houve diferentes graus de persistência em resposta aos cortes, sendo que as mais eretas persistiram menos. A variabilidade da cv. São Gabriel em relação à produção e qualidade da forragem sob cortes também foram observadas por Soster et al. (2004b), que verificaram diferenças quanto ao comprimento dos entrenós, estatura, diâmetro, produção de forragem e composição química. Araújo & Jacques (1974), com a mesma cultivar, verificaram que quanto mais avançado o estágio de crescimento da planta, maior foi a produção de caules e folhas e das ramificações axilares superiores. Estudos antigos comprovaram que o cornichão quando não é cortado produz apenas um crescimento da coroa e que os crescimentos subsequentes surgem de gemas axilares, localizadas ao longo das hastes (SMITH, 1962).

Outra espécie do gênero, *Lotus uliginosus* Schkuhr apesar de ser rizomatosa, também tem sua rebrota favorecida sob cortes menos intensos, (SHEAT, 1980). No entanto, sob cortes mais intensos, porém com aumento do intervalo de corte, de três para seis semanas, mostrou boa recuperação, indicando uma compensação e a

possibilidade de recuperação das plantas. O hábito prostrado e a presença de rizomas têm indicado essa cultivar como uma leguminosa de fácil adaptação ao pastejo. Apesar dos dados obtidos com a mesma, para Wen et al. (2002) ainda são poucos os estudos conduzidos com genótipos rizomatosos quanto à rebrota.

Mais recentemente, a partir de materiais de cornichão considerados rizomatosos, coletados no Marrocos por Beuselinck e Steiner (1996), cruzados com o tipo comum (sem rizomas), foram obtidas cultivares rizomatosas, como a cv. ARS2620. No entanto, Poles-Maroso et al. (2004), a partir de estudos anatômicos em cornichão, com base nos critérios de classificação de estruturas subterrâneas divulgadas por Appezatto da Glória (2003), os caules subterrâneos do cornichão seriam sóboles e não rizomas.

Este trabalho teve como objetivo comparar a capacidade de rebrota e a sobrevivência de três cultivares de *Lotus* spp. com diferentes hábitos de crescimento, submetidos a combinações de diferentes alturas e intervalos entre cortes, com a finalidade de auxiliar nos trabalhos de melhoramento genético e no manejo das mesmas. As seguintes questões foram elaboradas: a) As cultivares respondem diferentemente e em que medidas (produção, dimensão, sobrevivência) ao manejo imposto? b) Quais as principais diferenças morfofisiológicas entre as cultivares sob desfolhações e na condição final? c) Há compensação entre os fatores de manejo (altura e intervalo) para a rebrota das cultivares?

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em Passo Fundo, entre janeiro e agosto de 2005. O município está localizado na região do Planalto Médio, ao norte do Rio Grande do Sul, a uma latitude de 28° 15'S, 52° 24"W e 687 m de altitude. O clima é temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22 °C (MORENO, 1961). Na Figura 1 constam os dados de temperatura média mensal durante o período experimental e as normais regionais.

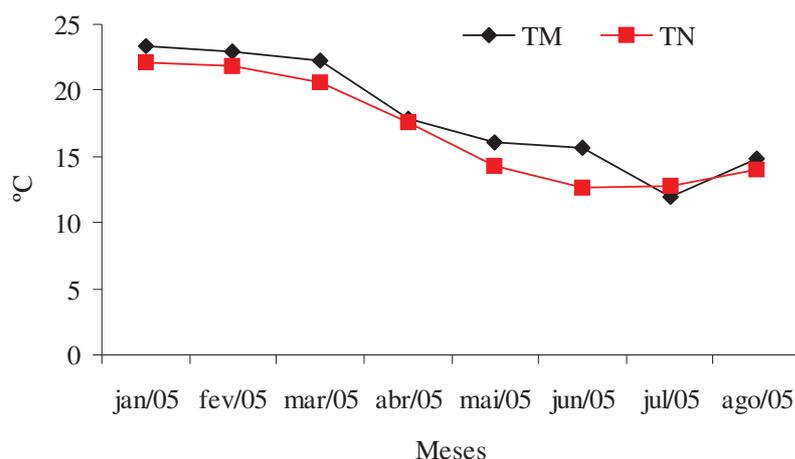


Figura 1 - Temperaturas médias mensais do período experimental (TM) e normais regionais (TN). Passo Fundo, RS. Fonte: www.cnpt.embrapa.br.

O ensaio constou da avaliação de três cultivares de *Lotus* spp. sendo duas de cornichão (*L. corniculatus* L.): (cv. São Gabriel, brasileira e cv. ARS2620, americana) e uma de cornichão – dos – banhados (*L. uliginosus*). (cv. Maku, neozelandesa), submetidas a

regimes de corte numa combinação de duas alturas (4 cm - 8 cm) e dois intervalos de corte (2 semanas - 4 semanas), em esquema trifatorial. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições.

O cultivo das plantas ocorreu em ambiente semi protegido, sendo um telado com cobertura impermeável transparente e tendo como proteção lateral telas plásticas, do tipo clarite. As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com capacidade para 5 kg de solo, seco ao ar, que constituíram as unidades experimentais, no período de janeiro a agosto de 2005, totalizando 233 dias.

As plântulas foram obtidas através de semeadura, em 7 de janeiro de 2005, em bandejas multicelulares de isopor, e mantidas em telado provido de irrigação automática através de microaspersores aéreos. Em 18 de fevereiro de 2005 procedeu-se o transplante para os vasos, preenchidos com uma mistura de solo, provindo de área de lavoura, cama sobreposta de suíno à base de maravalha e casca de arroz, e areia, na proporção de 75:15:10. A análise química desse substrato mostrou as seguintes características: pH: 5,4%; P: 51 mg.L⁻¹; K: 195 mg.L⁻¹; Argila: 26%; MO: 4,3%; Al 0,0 cmol_c.dm⁻³, Ca 4,3 cmol_c.dm⁻³; Mg 3,2 cmol_c.dm⁻³; H+Al 3,5 cmol_c.dm⁻³ e CTC 11,4 cmol_c.dm⁻³. As características do substrato estavam de acordo com as exigências da cultura das espécies em estudo, não havendo necessidade de adicionar fertilizantes. Aos trinta dias do transplante foi realizada a inoculação, mediante irrigação, com uma solução de *Rhizobium lotii* a 2 g.L⁻¹. Aos sessenta dias da semeadura foram aplicados 250 mL.vaso⁻¹ de uma solução de uréia a 3%. Como tratamento inseticida para controle de insetos foram feitas duas

aplicações de Azodrin 400, na dose de 1 ml.L⁻¹, através de pulverização.

Em 12 de abril as plantas foram submetidas ao primeiro corte, sendo posteriormente cortadas de acordo com os intervalos pré-determinados: a) para o intervalo de duas semanas (I2): 26/04/05, 10/05/05, 24/05/05, 07/06/05, 21/06/05, 05/07/05, 19/07/05, 02/08/05, 16/08/05 e 30/08/05; b) para o intervalo de quatro semanas (I4): 10/05/05, 07/06/05, 05/07/05, 02/08/05 e 30/08/05. Os cortes foram realizados com tesoura de jardinagem, sendo que em cada colheita as plantas foram medidas quanto à estatura e diâmetro, respeitando-se o caimento natural das mesmas nos vasos; além disso, foi medido o comprimento da parte aérea, na qual se reuniram as hastes no centro do vaso e se tomou o comprimento desde a base da planta até o ápice da haste mais longa. Após cada corte, foram atribuídas notas para a área foliar residual, com o seguinte critério: 1= baixa, 3= média, 5= alta; para isso foi utilizado um arco plástico colocado sobre a área residual das plantas, onde era feita a leitura (Figura 2).



Figura 2 - Aspecto do arco plástico para avaliação da área foliar residual de *Lotus* spp. após os cortes.

O material vegetal colhido foi levado ao laboratório, para serem realizados os seguintes procedimentos: contagem das hastes, comprimento da maior haste, separação de hastes e folhas. As folhas e hastes foram secas em estufa de ar forçado, a 60 °C, por 72 h, e, então, pesadas.

Aos 233 dias da semeadura foi feita a colheita final, ocasião em que as plantas foram retiradas dos vasos, lavadas e avaliadas, incluindo o sistema subterrâneo. Nessa colheita, além das variáveis avaliadas no decorrer dos demais cortes, foram medidos o diâmetro e comprimento da coroa, volume do sistema radical e observação quanto à nodulação. As raízes foram, então, secas em estufa, conforme descrito anteriormente. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Condição inicial das plantas*

O estabelecimento das plantas de *Lotus* spp. foi lento, o que já foi conhecido e relatado por outros pesquisadores (HUGHES, 1981; PAIM & RIBOLDI, 1991; SCHEFFER-BASSO et al., 2001b). Somente foi possível dar início aos cortes aos 95 dias após a semeadura. Nessa idade, as cultivares diferiram quanto à estatura, diâmetro, comprimento da maior haste, nº de hastes e massa seca (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracteres morfofisiológicos de cultivares de *Lotus* spp. por ocasião do primeiro corte, aos 95 dias após a semeadura. Passo Fundo, RS, 2005

Caracteres	Cultivares		
	S. Gabriel	ARS2620	Maku
Estatura (cm)	17,4 A	9,4 B	16,4 A
Diâmetro da planta (cm)	81,8 A	71,3 B	71,0 B
Maior haste (cm)	22,0 A	20,1 B	21,7 AB
Hastes (nº.planta ⁻¹)	26,7 C	41,2 B	52,3 A
Massa seca (g.planta ⁻¹)	1,7 B	1,8 B	2,7 A

Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 1%.

As cultivares S. Gabriel e Maku apresentaram hábito mais ereto e com maior estatura em relação à cv. ARS2620, cujo hábito mostrou-se mais prostrado. A busca por plantas forrageiras de menor estatura, especialmente leguminosas, normalmente está vinculada à maior proteção de sítios meristemáticos. Briske (1996) aponta plantas de baixa estatura como tolerantes ao pastejo, pois apresentam mecanismo de escape por terem protegidas na base um grande número de folhas residuais e gemas basilares.

Apesar da pequena estatura, a cv. ARS2620 teve maior produção de hastes em relação à cv. São Gabriel, evidenciando um processo de ramificação intenso nessa fase inicial, o que é altamente interessante para o estabelecimento e posterior rebrota. Essa expressiva ramificação compensou a baixa estatura, tendo como consequência uma produção de MS similar à cv. São Gabriel. A maior quantidade de hastes, bem como a produção de MS, foi obtida na cv. Maku. Scheffer-Basso et al. (2002b) também obtiveram maior produção de hastes nessa cultivar em relação à cv. S. Gabriel.

Quanto ao diâmetro das plantas, a cv. São Gabriel superou as demais, concordando com os dados de Soster et al. (2004b) que, em condições de campo, obtiveram 77 cm nessa cultivar, em relação aos 43 cm na cv. ARS2620, aos 150 dias de crescimento.

3.2 Resposta das cultivares ao manejo de cortes

O manejo de cortes afetou significativamente a produção de massa seca total no período de 233 dias de avaliação, havendo interação de altura e intervalo com cultivares (Figura 3), com igual resposta para a MS de folhas (dados não mostrados).

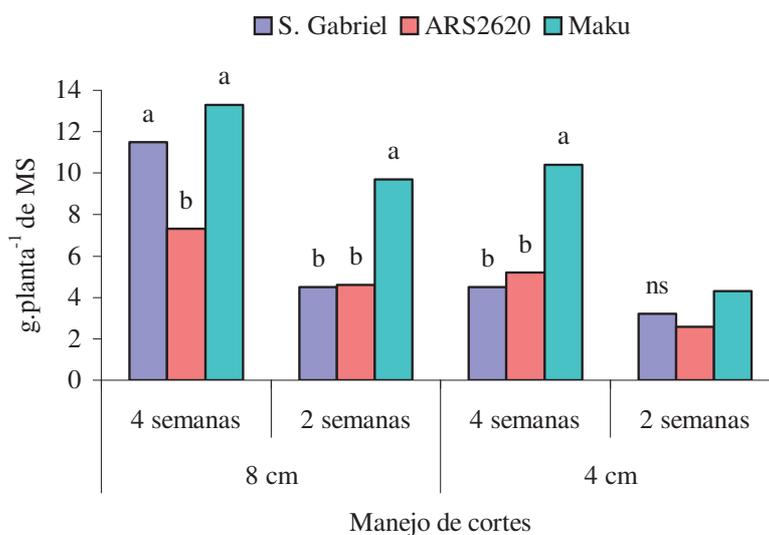


Figura 3 - Efeito do manejo de cortes sobre a produção total de massa seca aérea de cultivares de *Lotus* spp. Passo Fundo, RS, 2005. Letras distintas sobre as colunas, dentro de cada combinação de fatores, indicam diferença significativa ($P < 0,01$) entre cultivares.

Na combinação de maior frequência e menor altura residual, as cultivares não evidenciaram diferenças, indicando um elevado nível de dano às mesmas, que não mostraram mecanismos distintos de rebrota neste caso. No entanto, sob desfolhações mais leves, com maior intervalo e altura residual, as diferenças se manifestaram, em que as cvs. São Gabriel e Maku foram superiores à cv. ARS2620, em função de sua menor dimensão. Soster et al. (2004b) também obtiveram menor produção da cv. ARS2620 em relação à cv. São Gabriel, no campo. A menor estatura da cv. ARS2620 em relação as cvs. S. Gabriel e Maku, expressa nos dois intervalos de corte (2 e 4 semanas), pode ser observada nas Figuras 4 e 5).

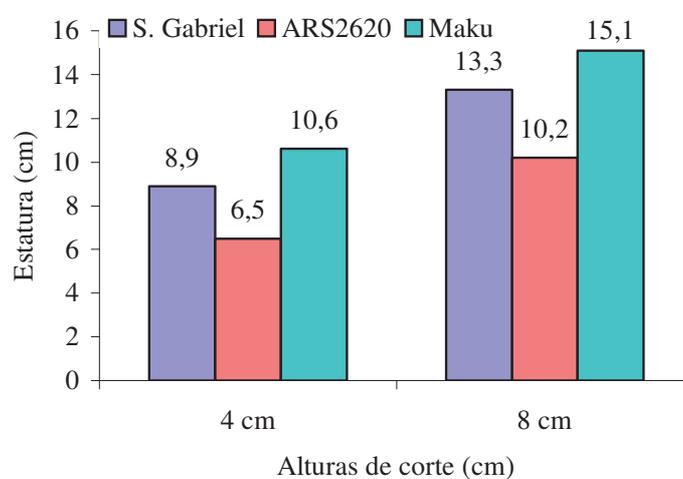


Figura 4 - Estatura média de cultivares de *Lotus* spp. em função das alturas impostas dentro do intervalo de 2 semanas durante 233 dias de avaliação. Passo fundo, 2005.

Conforme Nelson & Moser (1974), leguminosas mais prostradas geralmente apresentam menor produção em relação às de hábito mais ereto, embora possuam a vantagem de reterem maior área foliar próximo à superfície do solo quando pastejadas. A maior estatura das cultivares foi obtida quando essas foram submetidas ao tratamento de menor frequência e intensidade (Figura 5).

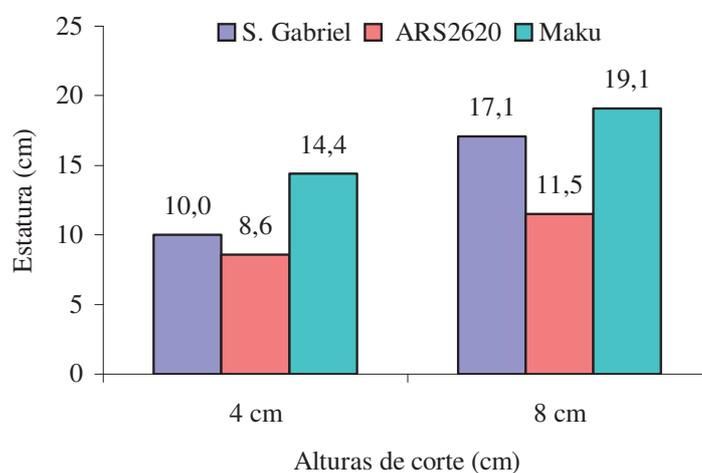


Figura 5 - Estatura média de cultivares de *Lotus* spp. em função das alturas impostas dentro do intervalo de 4 semanas durante 233 dias de avaliação. Passo Fundo, 2005.

Com as combinações intermediárias de altura x intervalo de corte (8 x 2 ; 4 x 4) a resposta de cada cultivar foi a mesma, havendo em ambos os casos a superioridade da cv. Maku (Figura 3). Neste caso, a cv. São Gabriel teve sua produção reduzida, mostrando-se mais sensível que a cv. Maku a regimes mais intensos de desfolhação. A resposta das cultivares nos dois casos evidenciou um

mecanismo compensatório e de plasticidade das mesmas, onde sob menor altura residual e maior intervalo foi obtido mesmo desempenho em relação à situação oposta. Araújo & Jacques (1974a) ressaltaram a importância de se considerar os caracteres morfológicos do cornichão ao se estabelecer práticas de manejo, visando maior produção de MS. Para a cv. São Gabriel os autores obtiveram maior produção e vigor com cortes a 6 cm em relação a 3 cm, em função da maior preservação das gemas axilares, principais responsáveis pela sua rebrota do cornichão.

Na média geral dos cortes, as cultivares diferiram, independentemente do manejo, em relação à RFC e à produção de MS de hastes (Figura 6). Em relação à RFC as cvs. ARS2620 e Maku superaram a cv. S. Gabriel o qual pode ser devido ao seu hábito mais ereto.

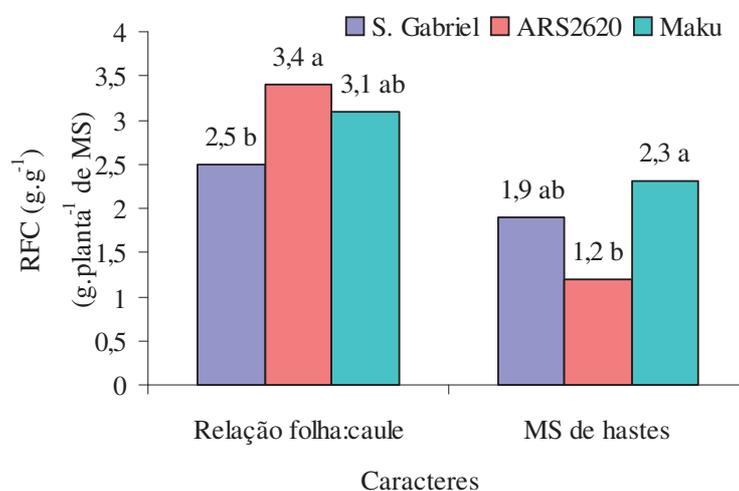


Figura 6 - Relação folha:caule (RFC) e massa seca (MS) de hastes de cultivares de *Lotus* spp. na média dos cortes realizados ao longo de 233 dias de cultivo. Passo fundo, 2005.

O cornichão é beneficiado com intervalos de corte menos frequentes; no entanto, há necessidade de se deixar uma altura residual maior para que se possa manter sua produção e persistência (GREUB & WEDIN, 1971). O aspecto referente as diferentes combinações de manejo das plantas está expresso na Figura 7.

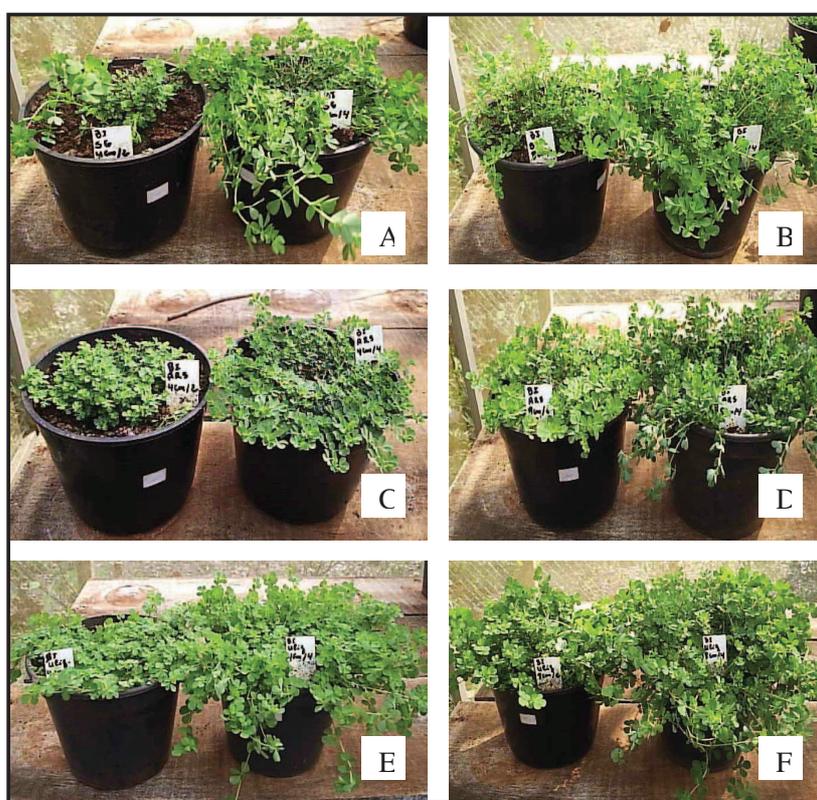


Figura 7 - Aspecto das plantas de *Lotus* spp. submetidas aos manejos de corte durante 233 dias após a semeadura. A) S. Gabriel (4 x 2 e 4 x 4), B) S. Gabriel (8 x 2 e 8 x 4); C) ARS2620 (4 x 2 e 4 x 4), D) ARS2620 (8 x 2 e 8 x 4); E) Maku (4 x 2 e 4 x 4), F) Maku (8 x 2 e 8 x 4). Passo Fundo, 2005.

A cv. Maku, apesar de tolerar cortes mais intensos e com intervalos mais curtos, as longas rotações são exigidas para manter sua persistência e competitividade, bem como servem de estratégia para manter o equilíbrio entre a produção de rizomas e a produção de forragem (HARRIS et al., 1997; SHEAT, 1980a). Quanto à sobrevivência das plantas, somente sob cortes mais drásticos, na combinação de altura de 4 cm e a cada 2 semanas, é que houve morte de plantas, e apenas na cv. São Gabriel. Essa cultivar teve 60% de sobrevivência, em relação a 100% das demais, indicando maior vulnerabilidade às desfolhações mais intensas e frequentes, em função de sua maior exposição de gemas axilares pelo hábito ereto. Soster et al. (2004b), sob cortes mensais a 8 cm de altura de resíduo, em condições de campo, obtiveram entre 80% e 100% de sobrevivência em populações da cv. São Gabriel e outras cultivares da espécie. Sob cortes, Duell & Gausman (1957) também obtiveram redução do estande de cornichão quando o submetem a cortes baixos (2,5 cm). De acordo com Araújo & Jacques (1974a), cortes baixos em plantas jovens conduzem a um esgotamento mais rápido das reservas orgânicas. Isso indica a importância de se manter um equilíbrio entre altura e intervalo de corte, objetivando maior produção e, principalmente, aumentando o tempo de vida das plantas, dando-lhes um tempo maior para repor suas reservas e persistirem sob pastejo.

A cobertura foliar residual foi afetada pelo manejo de corte, sendo reduzida na combinação da altura de 4 cm a cada 2 semanas. A cv. ARS2620 foi a menos afetada pelos cortes, e durante o período avaliado sempre apresentou resíduo de médio a alto (Figura 8) e mostrou a melhor recuperação relativa. Plantas forrageiras com tal

característica podem ser classificadas como sendo resistentes ao pastejo por mecanismo de “escape” (BRISKE, 1996).

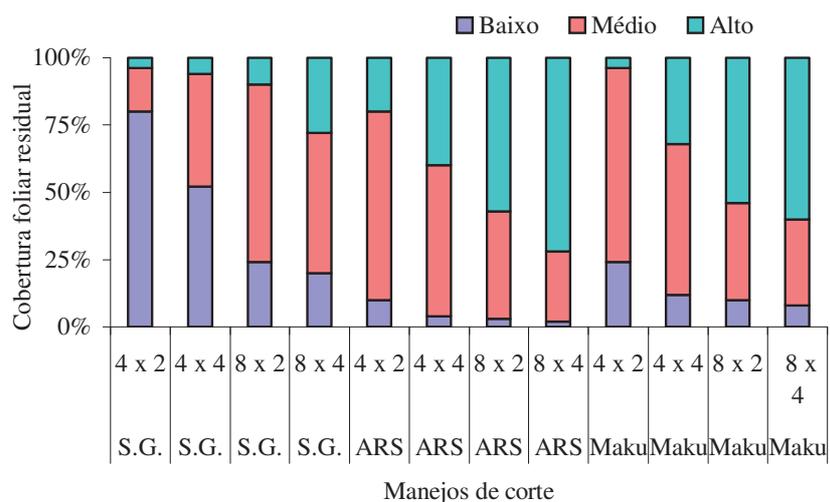


Figura 8 - Cobertura foliar residual média de cultivares de *Lotus* spp. (S.G. = S. Gabriel; ARS= ARS2620; Maku) em função da combinação de altura (4 – 8 cm) e intervalo (2 – 4 semanas) de cortes. [1= baixa; 3= média; 5= alta]. Passo Fundo, 2005.

Esse comportamento foi atribuído à menor estatura da cv. ARS2620, constante emissão de folhas e hastes, em função das gemas estarem em nível basilar. Segundo Brummer & Bouton (1992), plantas com maior área foliar residual possuem maior fonte de fotoassimilados e não dependem somente da raiz para regenerar-se. A cv. São Gabriel foi a mais afetada pelos cortes, concordando com Greub & Wedin (1971) e Araújo & Jacques (1974a), de que cortes baixos em cornichão causam uma maior remoção das gemas e folhas axilares. No entanto, na medida em que houve um aumento no intervalo de corte, mesmo sob altura de 4 cm, o resíduo foliar foi

aumentado; com isso, a capacidade de rebrota das plantas também aumentou, caracterizando mais uma vez a necessidade de um tempo maior para o cornichão rebrotar (Figura 9).

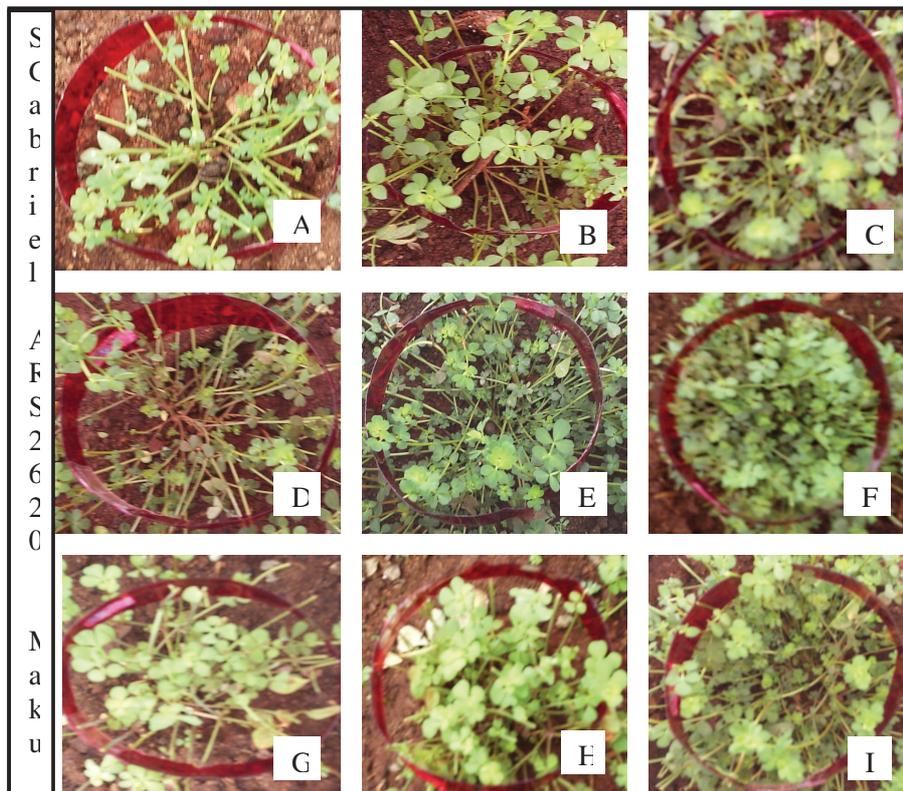


Figura 9 - Resíduo foliar de cultivares de *Lotus* spp. sob diferentes manejos de corte (4 x 4), (baixo = 1; A, D, G); (médio = 3; B, E, H) e (alto = 5; C, F, I) Passo Fundo, 2005.

Observou-se que a cv. Maku mostrou maior semelhança com a cv. S. Gabriel do que com a ARS2620, respondendo ao mesmo nível, porém, com maiores chances de persistência, por ter se mantido com resíduo foliar médio e alto. Para Duell & Gausman (1957),

mesmo que a planta apresente boa resposta a cortes baixos, a longevidade da pastagem fica comprometida.

3.3 Condição final das plantas

Ao término do período de cultivo aos 233 dias após a semeadura, as cultivares evidenciaram condições distintas relativas a medidas lineares e de peso (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracteres morfofisiológicos de cultivares de *Lotus* spp. ao término do período de cultivo após serem submetidas aos cortes durante os 233 dias de crescimento. Passo Fundo, 2005.

Caracteres	Cultivares		
	S. Gabriel	ARS2620	Maku
a) Dimensão	-----cm-----		
Diâmetro da planta	17,4 B	17,4 B	25,2 A
Diâmetro da coroa	7,0 B	8,6 B	10,7 A
Comprimento da coroa	1,0 A	0,7 B	0,8 AB
Comprimento do sistema radical	27,8 A	29,0 A	20,4 B
b) Produção	----- (g.planta ⁻¹ de MS) -----		
Raiz primária	0,6 B	0,9 AB	1,1 A
Sóboles	0,1 B	0,1 B	0,9 A
Subterrânea	1,0 B	1,5 B	2,4 A
Aérea + subterrânea	4,2 B	5,4 B	9,7 A

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 1%.

1 % de significância.

A cv. Maku mostrou-se como aquela de maior ($P < 0,01$) diâmetro de planta e de coroa em relação às demais, sugerindo maior vigor. Essa cultivar apresentou, porém, o menor comprimento de sistema radical, confirmando relatos de Lowther (1980) e Wendderburn & Gwynne (1981), que caracterizaram o sistema radical

dessa cultivar como superficial, com raízes curtas e rizomas densamente enraizados, características de plantas adaptadas a solos pobres em fósforo e com alto teor de umidade. O estado final do resíduo das plantas das três cultivares, submetidas ao manejo mais drástico (4 x 2) e ao menos drástico (8 x 4) pode ser observado na Figura 10.

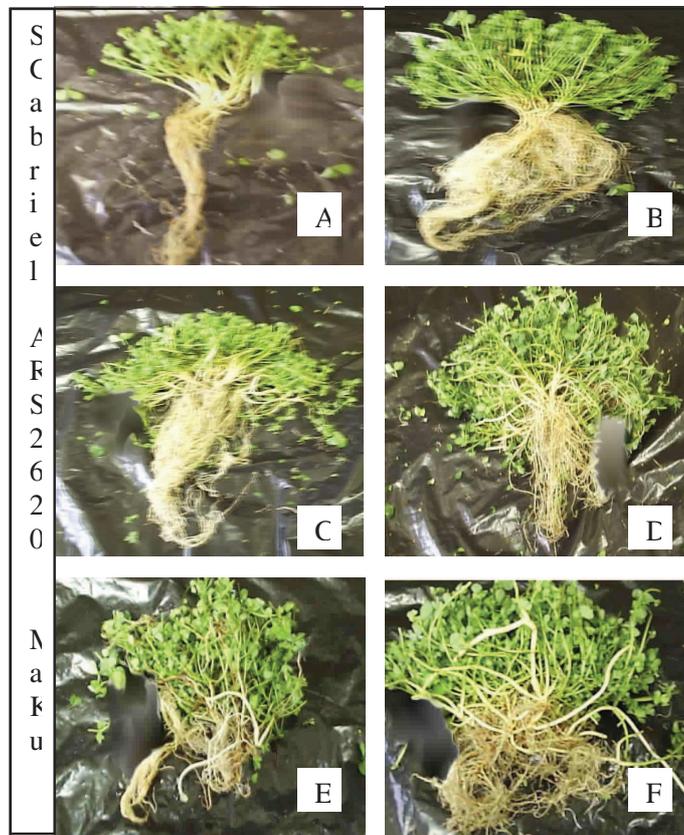


Figura 10 – Resíduo final das plantas de cultivares de *Lotus* spp. aos 233 dias após a semeadura, após serem submetidas aos diferentes manejos de corte. S. Gabriel: (A: 4 x 2; B: 8 x 4); ARS2620: (C: 4 x 2; D: 8 x 4); Maku: (E: 4 x 2; F: 8 x 4). Passo Fundo, 2005.

Em relação às alturas de corte, em todas as variáveis analisadas obteve-se melhores respostas para o maior nível residual (8 cm) (Tabela 3). Os resultados estão de acordo com os obtidos por Araújo e Jacques (1974a), que observaram na avaliação residual, os efeitos benéficos dos cortes a 6 cm em relação aos de 3 cm.

Tabela 3 - Efeito da altura de corte sobre caracteres morfofisiológicos de cultivares de *Lotus* spp. ao término do período de avaliação, após serem submetidas aos diferentes manejos de corte durante os 233 dias após semeadura. Passo Fundo, 2005

Caracteres	Alturas	
	4 cm	8 cm
a) Dimensão	-----cm-----	
Diâmetro da planta	16,4 B	23,5 A
Diâmetro da coroa	7,8 B	9,8 A
b) Produção	-----(g.planta^{-1})-----	
Hastes	2,2 B	5,3 A
Raiz primária	0,6 B	1,1 A
Raiz secundária	0,2 B	0,7 A
Total subterrânea	1,0 B	2,2 A
Aérea + subterrânea	3,8 B	9,0 A
c) Volume da raiz (cm^3)	6,1 B	15,7 A

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 1%.

Considerado o fator mais importante na reposição de reservas, o sistema subterrâneo, tão pouco estudado, e que não é visualizado durante as práticas de manejo, mostrou alterações muito significativas quanto à MS e volume de raízes, aumentando em 120% e 157%, quando a altura de corte passou de 4 cm para 8 cm. Além disso, com corte menos intenso houve maior produção de hastes,

141% superior ao corte mais drástico, disponibilizando mais pontos de crescimento. Para a cv. Maku, Harris et al. (1997) ressaltaram que sob manejo intenso, na combinação de cortes a 2 cm e a cada 4 semanas, houve redução severa no desenvolvimento subterrâneo, principalmente na produção de rizomas; no entanto, mesmo a 2 cm, mas com 8 semanas de intervalo, a produção de rizomas aumentou significativamente, o que indicou a importância de haver uma compensação entre os fatores de manejo. Restando maior área foliar após o corte, há, possivelmente, menor gasto de reservas e, também, uma recuperação mais rápida da planta, de forma que a planta passa a armazenar reservas mais cedo, aumentando a quantidade total de glicídios disponíveis nas raízes e na base dos caules (ARAÚJO & JACQUES, 1974b). As cultivares mostraram respostas distintas às alturas de corte quanto a produção de hastes e parte aérea (Tabela 4).

Tabela 4 - Efeito da interação cultivares x alturas de corte sobre a produção de massa seca (MS) de cultivares de *Lotus* spp. após serem manejadas durante 233 dias após semeadura. Passo Fundo, 2005.

Caracteres	Cultivares	Alturas	
		4 cm	8 cm
-----(g.planta^{-1})-----			
Hastes residuais	S. Gabriel	1,1 b B	3,6 b A
	ARS2620	1,7 b B	4,0 b A
	Maku	3,6 a B	8,3 a A
	S.Gabriel	1,5 b B	4,4 b A
Parte aérea residual	ARS2620	2,2 b B	5,6 b A
	Maku	4,3 a B	10,3 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 1%.

A cultivar que apresentou a maior produção residual de MS de hastes e MS da parte aérea foi a cv. Maku, caracterizando o seu maior potencial de rebrota, por ser uma espécie que, apesar de possuir um sistema radical pouco profundo, tem a vantagem de produzir na parte subterrânea uma grande quantidade de sóbols, que emergem do solo, somando-se às hastes da coroa, o que permite um maior resíduo de hastes. A maior tolerância ao pastejo por cultivares com tais características já foi citada por Nelson & Moser (1994); Briske (1996) e Soster et al. (2004a).

Já, o efeito do intervalo de cortes na condição final das plantas evidenciou a importância de um maior período de descanso para a recuperação das plantas (Tabela 5).

Tabela 5 - Efeito de intervalos de corte sobre caracteres morfofisiológicos de cultivares de *Lotus* spp. ao término do período de avaliação, após serem submetidas aos cortes durante os 233 dias após semeadura. Passo Fundo, 2005

Caracteres	Intervalos	
	2 semanas	4 semanas
a) Dimensão	-----cm-----	
Diâmetro da planta	19,2 B	20,9 A
b) Produção	----- (g.planta ⁻¹) -----	
Raiz primária	0,7 A	0,9 A
Hastes	3,0 B	4,6 A
Parte aérea	4,0 B	5,7 A
Subterrânea	1,4 B	2,0 A
Aérea e subterrânea	5,3 B	7,6 A
Volume de raiz (cm ³)	8,3 B	13,7 A

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 1%.

Somente a MS de raiz primária não foi afetada pela frequência de cortes; no entanto, essa raiz teve pouca importância relativa às demais raízes, secundárias e fibrosas, formadas por *Lotus* spp. Assim, no conjunto das raízes, o volume das mesmas foi significativamente reduzido (-39%) sob corte mais frequente, demonstrando o efeito do manejo sobre o sistema subterrâneo, o qual é fundamental para a rebrota, visto ser local de reservas, absorção e sítios de nodulação. Na parte aérea residual, foi obtido um aumento de 43,4% sob intervalo de 4 semanas em relação ao de 2 semanas.

4 CONCLUSÕES

1. As cultivares S. Gabriel e Maku superam a ARS2620 em produção de massa seca.
2. A cv. ARS2620 tem menor estatura, mantém maior cobertura foliar residual após corte, indicando um mecanismo de resistência ao pastejo do tipo “escape”, possuindo maior relação folha:caule.
3. Na condição residual pós-desfolhação a cv. Maku supera as cvs. S. Gabriel e ARS2620 em diâmetro da coroa, massa seca de raiz primária, sóboles, subterrânea e aérea, sendo mais vigorosa sugerindo maior persistência sob pastejo intenso.
4. As cultivares de *Lotus* spp. S. Gabriel, ARS2620 e Maku são favorecidas com manejo menos intenso.
5. As cultivares mostram mecanismo compensatório ao serem submetidas a cortes baixos, desde que sob menor frequência, ou sob cortes frequentes, desde que menos intensos.

6. A persistência da cv. São Gabriel é severamente afetada por cortes intensos e freqüentes.

CAPÍTULO III

ASPECTOS MORFOLÓGICOS E ANATÔMICOS DE CULTIVARES *Lotus* spp. DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO

RITA POLES MAROSO¹, CERCÍ MARIA CARNEIRO²,
SIMONE MEREDITH SCHEFFER-BASSO³

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo comparar as estruturas morfológicas e anatômicas dos órgãos aéreos e subterrâneos de cultivares de *Lotus corniculatus* (São Gabriel- hábito ereto; ARS2620- hábito prostrado e sobolífero) e *L. uliginosus* (Maku- hábito decumbente e sobolífero), cultivadas em vaso e colhidas aos 150 e 210 dias após semeadura. Os órgãos aéreos e subterrâneos das plantas foram preparados de acordo com as técnicas convencionais de anatomia. As cvs. S. Gabriel e ARS2620 mostraram maior integridade das células da medula, ocorrência de amido nas células do parênquima, maior quantidade de fibra na região do floema e menor região cortical dos sóboles em relação a cv. Maku. A avaliação

¹ Bióloga, mestranda do programa de Pós-Graduação em Agronomia, (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de concentração em Produção Vegetal.

² Co-orientadora, Bióloga., Dr^a., professora do ICB/UPF.

³ Orientadora, Eng^a. Agr^a., Dr^a., professora do PPGAgro e do ICB/UPF.

anatômica dos órgãos indica as três cultivares, como ótimos componentes de forragem para aproveitamento nutricional na produção animal.

Palavras-chave: folha, haste, parede celular, raiz, sóboles.

MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL ASPECTS OF *Lotus* spp. CULTIVARS WITH DIFFERENT GROWING HABITS

ABSTRACT - This work had the objective to compare morphological and anatomical structures of aerial and underground organs of *Lotus corniculatus* (São Gabriel, erect habit; ARS2620, prostrate and soboliferous habit) and *L. uliginosus* (Maku, decumbent and soboliferous habit), cultivated in pots and harvested at 150 and 210 days after seeding. The aerial and underground plant organs were prepared according to the anatomical conventional techniques. The cvs. S. Gabriel and ARS2620 showed higher marrow cell integrity of stems, higher occurrence of starch in phloem region and smaller cortical region of sobole in relation to cv. Maku. The anatomic evaluation of *Lotus* spp. cultivars indicates that their leaf and stem tissues have excellent forage quality.

Key-words: cell wall, leaf, root, sobole, stem.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vários pesquisadores têm dedicado seu trabalho em busca de respostas sobre questões que envolvem a digestão e utilização de nutrientes em forragens. As novas descobertas trouxeram um grande progresso na caracterização da natureza das substâncias físico-químicas dos polissacarídeos da planta e sua relação com a degradação da parede celular pelos microrganismos do rúmen, bem como do aproveitamento da proteína da forragem a ser consumida pelo ruminante (MERCHEM & BOURQUIN, 1994). Em se tratando de nutrição animal o que se quer é um alimento que satisfaça suas necessidades energéticas, pois na medida em que essa necessidade é atendida provavelmente todos os requisitos essenciais para uma boa produção estejam cumpridos. Portanto, se faz necessário o conhecimento dos fatores que determinam o valor nutritivo, para que a partir destes se possa fazer um planejamento da dieta animal a ser adotada baseada na produção energética (SWIFT & SULLIVAN, 1981).

A produção pecuária do Rio Grande do Sul depende em grande parte das pastagens nativas que ocupam cerca de 40% da área total do Estado. No entanto, a produtividade do rebanho é baixa, principalmente no período de baixa temperatura, quando a maioria das espécies de gramíneas e leguminosas que constituem esses campos nativos, apresentam pequena taxa de crescimento, com certas

limitações na produção e qualidade da forragem, não atendendo as exigências nutricionais dos animais, causando carência alimentar, principalmente nos meses de inverno (MORAES et al., 1989). A inclusão de um maior número de espécies leguminosas de crescimento hibernal tem sido apontada como a solução para melhorar a dieta dos animais sob pastejo e, principalmente, pela sua função nos programas de melhoramento de pastagens bem como na fixação simbiótica de nitrogênio (CARNEIRO, 2002).

Nos ambientes climáticos a que estão submetidas as pastagens, são vários os fatores que promovem o seu crescimento e desenvolvimento. Esses fatores interferem na composição das substâncias que fazem parte da estrutura da planta ocorrendo então uma grande variabilidade em termos de morfologia, anatomia e composição química das espécies forrageiras, que por sua vez são formadas por diversos tipos de tecidos, os quais apresentam heterogenia de tipos celulares. A organização estrutural ou a anatomia dos órgãos da planta e seus tecidos constituintes, influenciam o consumo pelo efeito que produzem sobre a forma de fragmentação das partículas das forrageiras, a natureza das partículas produzidas e sua taxa de passagem pelo rúmen. Isso se reflete também, na digestibilidade da parede celular, proporcionando maior ou menor acessibilidade de seus polissacarídeos aos microrganismos do rúmen (CÂNDIDO, 2005).

Segundo López et al. (1966), tanto no cornichão (*Lotus corniculatus* L.) como na alfafa (*Medicago sativa* L.) a digestibilidade pouco diminui à medida que a planta amadurece. Quando as plantas são jovens o caule é tão digestível quanto às folhas. Porém, no

processo de amadurecimento da planta a digestibilidade do caule vai diminuindo e ao mesmo tempo, a proporção relativa de caule na matéria seca da planta, aumenta interferindo na digestibilidade da planta inteira. De acordo com Jung (1989), a maturidade fisiológica da planta, os fatores ambientais e genéticos contribuem para influenciar a composição e concentração dos teores de lignina nas plantas forrageiras sendo que nas espécies leguminosas a lignificação é menos intensa.

A presença de taninos condensados na composição celular aumenta o valor nutricional da forragem por exercerem um papel fundamental evitando o timpanismo, atuando como protetores da degradação protéica no rúmen (BRADES & FREITAS, 1992). Conforme Wen et al. (2003), espécies rizomatosas de cornichão tendem a apresentar maiores concentrações de taninos condensados em suas células; a cultivar ARS2620 é um exemplo de espécie rizomatosa que apresenta taninos na sua composição celular. Poles-Maroso et al. (2004), através de estudo anatômico, constataram a presença de idioblastos fenólicos em genótipos de cornichão cv. São Gabriel, bem como menor concentração de lignina, o que confere o valor nutritivo da espécie já relatado em trabalhos anteriormente realizados. Os autores também citam a presença de caules subterrâneos semelhantes a rizomas, mas, definidos segundo critérios de Appezzato da Glória (2003), como estruturas sobolíferas, e não rizomatosas, por constituírem um sistema difuso. Portanto, a classificação dos caules subterrâneos em cornichão como rizomas é questionável e merece esclarecimento, de forma a padronizar a nomenclatura botânica.

É necessário que se faça um estudo de caráter anatômico mais detalhado, com o acompanhamento do crescimento e desenvolvimento morfofisiológico da espécie, para que se possa estimar o potencial nutricional e confirmar qual a origem desses caules subterrâneos. O objetivo do trabalho foi comparar as estruturas anatômicas de três cultivares de *Lotus* de diferentes hábitos de crescimento, com intuito de contribuir com os estudos da nutrição animal, bem como, identificar o tipo de sistema subterrâneo das mesmas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou da avaliação de três cultivares *Lotus corniculatus* - (São Gabriel- hábito ereto; ARS2620- hábito prostrado e sobolífero) e *L. uliginosus* (Maku- hábito decumbente e sobolífero), cultivadas em telado do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Passo Fundo (UPF), entre maio de 2004 e dezembro de 2005 (Figura 1).



Figura 1- Vista geral do local do ensaio. Universidade de Passo Fundo, RS. 2004.

O município de Passo Fundo está localizado na região do Planalto Médio, ao norte do Rio Grande do Sul, a uma latitude de 28° 15' S, 52° 24' W e 687 m de altitude. O clima é temperado subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22 °C (MORENO, 1961). Na Figura 2 constam os dados de temperaturas média e normal mensais ocorridas durante o período experimental.

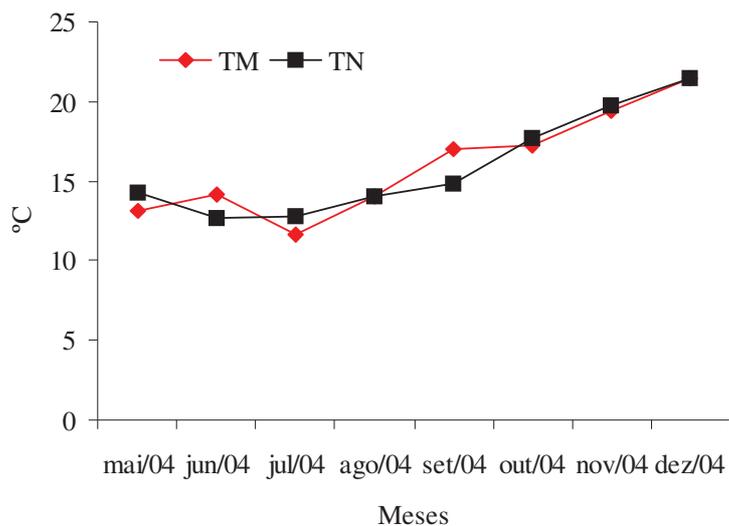


Figura 2 - Temperatura normal (TN) e médias (TM) mensais, ocorridas durante o período experimental. Passo Fundo RS, 2004. Fonte: www.cnpt.embrapa.br.

As unidades experimentais constaram de vasos de plástico com capacidade para 5 kg, perfurados na base, com uma pequena

camada de brita no fundo. O substrato para o cultivo das plantas foi composto por uma mistura de solo, maravalha e casca de arroz (sendo estas últimas provenientes de cama sobreposta de suíno) na proporção de 60: 30: 7: 3. Não houve necessidade de nenhum tipo de adição de fertilizantes, pois as características do substrato estavam de acordo com as exigências da cultura da espécie em estudo. As coletas do material para estudo anatômico foram realizadas aos 150 e 210 dias após sementeira. Coletou-se hastes e folhas, sendo utilizado o terço médio do folíolo central e da haste a região correspondente ao nó e entrenó das folhas analisadas. Dos órgãos subterrâneos (raízes primárias e caules) foram retiradas as porções medianas. O material foi coletado, lavado em água corrente, seccionado em pequenas porções e fixado em FAA 70 por 48 horas. Após esse período foi lavado novamente e conservado em álcool 70° GL. As lâminas permanentes foram montadas a partir do material fixado, sendo que esse foi desidratado em série alcóolica-etífica ascendente, álcool-xilol 3:1, 1:1, 1:3 e xilol puro. Em seguida, foram realizadas a infiltração e a inclusão em parafina, conforme SASS (1951). A microtomização foi feita em micrótomo rotatório, no qual foram obtidas secções transversais, isoladas ou seriadas, com nove micrômetros de espessura. Para a distensão do material seccionado, utilizou-se água a 40°C, sendo colocado em lâmina, com uso de albumina. A coloração foi efetuada com fucsina básica e azul de Astra, diluídos a 0,5% em álcool etílico a 50% (ROESER, 1962). Como meio de montagem utilizou-se Permout. As lâminas foram observadas em microscópio óptico Zeiss e as imagens, tomadas através do capturador de imagem Sony, conectado ao programa Pixel view Station V5.23.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 *Morfologia externa*

O hábito de crescimento das plantas de cornichão apresentou-se de forma ereta na cv. S. Gabriel, prostrado e sobolífero na cv. ARS2620. As hastes apresentaram-se consistentes sendo que as folhas compostas por três folíolos e duas estípulas na base do pecíolo, são menores na cv. ARS2620 em relação às da cv. S. Gabriel. Com relação a morfologia da folha, na literatura alguns autores se referem como descrição original sendo composta por 3 folíolos e duas estípulas na base do pecíolo (KIRKBRIDE, 1999). Frame (2006) considera a folha como pentafoliolada.

Inicialmente as hastes formaram-se a partir da coroa, sendo que as ramificações secundárias brotaram das axilas das folhas e formaram ramificações terciárias, formando-se desse modo hastes multiramificadas, o que confere com os dados encontrados por Seaney & Henson (1970) e Beuselinck & Steiner (1996).

O sistema subterrâneo das cultivares apresentou algumas diferenças, já citadas em estudos de Marques-Ortiz et al. (1992), Li & Beuselinck (1996) e Soster et al. (2004a). Primeiramente foram emitidas raízes primárias, com posterior formação de grande ramificação de raízes secundárias, de comprimento consideravelmente longo, em torno de 60 cm. O desenvolvimento da coroa foi lento, iniciando no período pós-inverno, sendo que a cv. S. Gabriel

apresentou coroa pouco desenvolvida. Já, a cv. ARS2620 teve um maior desenvolvimento de coroa, característica da espécie considerada rizomata por Beuselinck & Steiner (1996).

Observou-se que as duas cultivares de cornichão apresentaram desenvolvimento de caules subterrâneos oriundos de gemas da coroa, sendo mais precoces no ARS2620. Esses caules, enquanto subterrâneos, eram aclorofilados não apresentavam entrenós nem raízes adventícias e eram desprovidos de catafilos. Após um período de crescimento lateral emergiram tornando-se verdes e desenvolveram-se de forma similar às hastes. As características encontradas para os caules subterrâneos do cornichão, conferem com os dados de Soster et al. (2004a), que consideraram que, apesar de não serem rizomas, os caules subterrâneos encontrados nas populações de cornichão, são igualmente importantes para a persistência da planta, não somente como órgãos armazenadores de reservas, como os rizomas, mas como um local protegido, capaz de originar novas hastes e, por fragmentação, novos indivíduos.

Os rizomas descritos em cornichão, por Li & Beuselinck (1996) seriam oriundos das gemas axilares dos caules subterrâneos, também eram aclorofilados, enquanto subterrâneos, apresentavam crescimento lateral por um período e após emergiam e estabeleciam-se como hastes aéreas. No entanto, os autores citaram a presença de camada escamosa, o que não foi evidenciado nos caules subterrâneos das cultivares aqui estudadas (Figura 3). Wassom & Barnett (1971) consideram que o enraizamento dos caules subterrâneos do cornichão são restritos a tecidos mais velhos (emadecidos), o que não foi o caso das plantas avaliadas neste estudo que apresentaram-se em pleno ciclo

vegetativo. Considera-se que durante o período de cultivo, a coroa das plantas das cultivares sempre esteve protegida pelo solo.

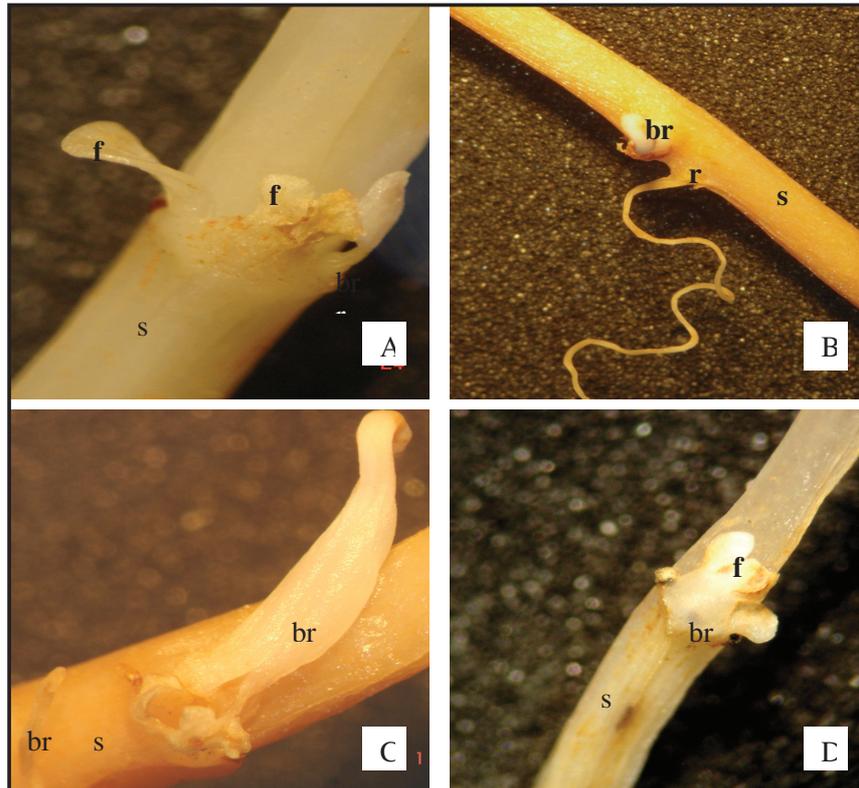


Figura 3 - Aspectos dos sóboles das plantas das cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. ME 20x. A) cv. Maku; B) cv. Maku enraizado; C) cv. ARS2620; D) cv. S. Gabriel; broto (br); folíolo (f); raiz (r); sóbole (s). Passo Fundo, 2004.

A cv. Maku diferencia-se das espécies de cornichão por possuir as características já descritas por Kirkbride (1999) e Harris et al. (1997), de hábito semi-ereto (decumbente), hastes ocas de cor avermelhada, e pilosidade nas folhas. Essa cultivar, que é

caracterizada por ser rizomatosa, apresentou sistema subterrâneo com coroa mais desenvolvida, porém, com raízes consideravelmente curtas; as hastes da coroa surgiram mais precocemente do que no cornichão. Em relação aos caules subterrâneos, apesar de serem em quantidade superior e mais espessos que os apresentados no cornichão, morfológicamente foram similares e surgiram dos mesmos pontos. No entanto, durante o cultivo estes enraizaram compondo grande parte do sistema radical da planta (Figura 3).

Não foi observada nítida presença de nós e escamas em sua extensão que caracterizassem tais caules como sendo rizomas. Isso confere a tais caules subterrâneos conforme Appezzato da Glória (2003) o tipo denominado de sóboles.

3.2 Anatomia

Com relação às épocas de colheita, não foi evidenciada nenhuma diferença nas estruturas anatômicas das espécies, já que aos 210 dias de crescimento as mesmas ainda apresentavam-se em crescimento primário, apenas com início da instalação de meristemas secundários na raiz. Conforme Damião (1993), na maioria das dicotiledôneas, há uma evolução notável no crescimento em espessura, principalmente em caules e raízes, denominado crescimento secundário devido ao aumento no número de células adicionadas ao corpo da planta (corpo secundário), pela atividade dos meristemas secundários câmbio vascular e felogênio.

Conforme Bacon (1979), a parede celular primária depositada inicialmente durante o desenvolvimento da célula vegetal é

composta por celulose, hemicelulose e pectinas. Os eventos de proteção e defesa, referentes a adaptações climáticas e efeitos ambientais, que variam para as diferentes espécies, ocorrem através de um maior acúmulo de elementos estruturais como a lignina que torna mais espessa a parede celular, principalmente durante o crescimento secundário da planta (NELSON & MOSER, 1994). Segundo Jung (1989), a fração de lignina das paredes celulares de forrageiras está associada negativamente com a digestão da fibra pelos ruminantes. López et al. (1966) consideram que o cornichão é uma forrageira perene que possui diversos componentes celulares, de alta digestibilidade e valor nutritivo, que apresentam um pequeno decréscimo durante o ciclo vegetativo, sendo este maior em hastes do que nas folhas.

3.2.1 Raiz

Em secções transversais da raiz pôde-se evidenciar o início da formação da periderme, já com quatro estratos celulares. As células da região cortical apresentam espaços intercelulares reduzidos (Figura 4-B-C). Nas camadas mais externas observou-se a presença de idioblastos fenólicos. Conforme Esau (1985), essas substâncias são produtos do metabolismo celular que servem de reserva e proteção para a planta, entre eles podem ser encontrados os taninos, as resinas e as gomas, estando presentes nos vacúolos, membrana celular ou no protoplasma das células, são comuns nas células parenquimáticas dos tecidos dos órgãos das dicotiledôneas.

O sistema vascular mostrou-se composto por três polos de protoxilema exarco (Figura 4-A) o que caracteriza a raiz triarca. Os elementos condutores apresentaram grande calibre e paredes celulares bem lignificadas. Na região próxima aos elementos de condução foram evidenciadas células com paredes espessadas e lignificadas.

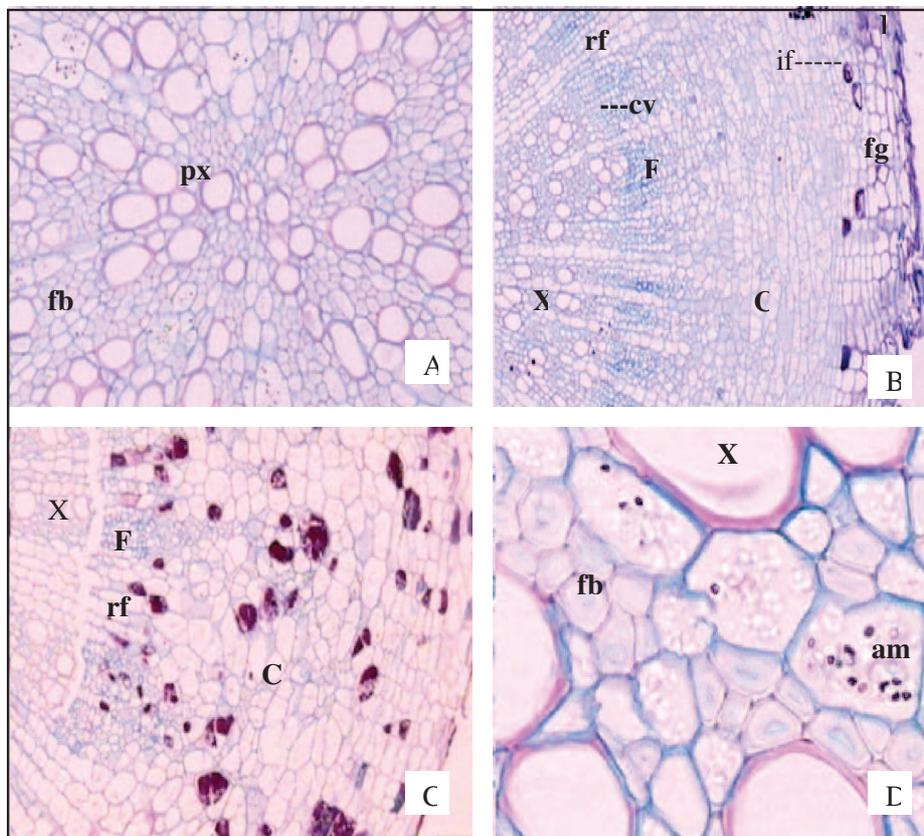


Figura 4 – Secções transversais de raízes das cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A,B) MF: 100 e 50x, Maku (C) MF: 50x, ARS2620 (D) MF: 400x. Amido (am); câmbio vascular (cv); córtex (C); felogênio (fg); fibras (fb); floema(F); idioblastos fenólicos (if); protoxilema (px); xilema (X).

Segundo Silva et al. (2005), o acúmulo de lignina protege a planta aumentando a resistência das paredes contra a ação de patógenos, no entanto ela não é degradada pelos microrganismos do rúmen o que é indesejável quando se trata de uma espécie forrageira para uso na nutrição animal.

Os raios floemáticos apresentaram-se de forma dilatada em direção a córtex, sendo que entre as células parenquimáticas dos raios, ocorrem calotas de fibras. O câmbio vascular e o felogênio apresentaram-se em fase de instalação (Figura 4-B). Observou-se a ocorrência de grãos de amido no parênquima, sendo que as cvs. S. Gabriel e ARS2620 apresentaram maiores proporções em relação à cv. Maku (Figura 4-D). Essa característica concorda com a descrita por Araújo & Jacques (1974b), que citam amido e açúcares como as principais formas de glicídios armazenados nas raízes e bases dos caules pelo cornichão.

3.2.2 Sóboles

Os sóboles, em secção transversal, apresentaram grande similaridade com as hastes. Há de se considerar aqui que, após um período de crescimento subterrâneo eles emergiram e ramificaram, sendo que morfológicamente não diferiram, em nada, das hastes. Anatomicamente a presença de medula e a disposição endarca dos elementos do protoxilema caracterizam as estruturas como sendo caulinares (Figura 5 A-B-C).

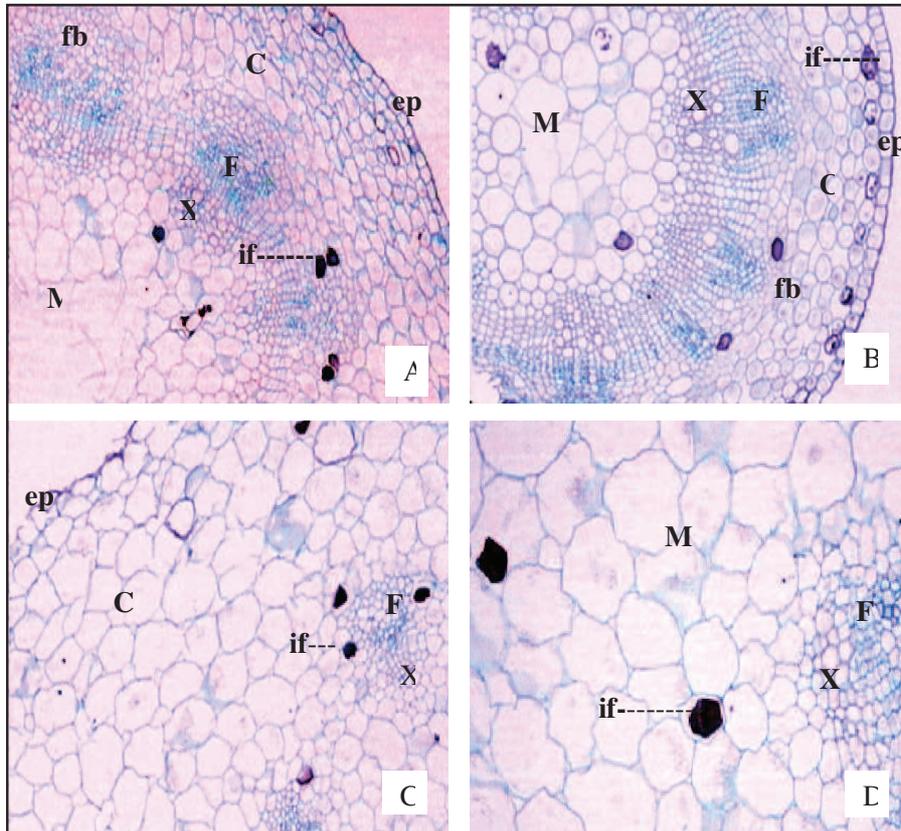


Figura 5 – Secções transversais de sóboles das cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 50x, Maku (C, D) MF: 50 e 100x. Córtex (C); epiderme (ep); fibras (fb); floema (F); idioblastos fenólicos (if); medula (M); xilema (X).

O sistema dérmico apresentou epiderme unisseriada com cutícula delgada. Logo abaixo estão presentes entre cinco a sete camadas celulares que compõem a córtex; são células pequenas e apresentam diferentes formas e poucos espaços intercelulares. Essas observações conferem com as descritas por Poles-Maroso et al.

(2004), que analisaram as estruturas anatômicas de *Lotus* spp. Na cv. Maku a região cortical apresentou em torno de dez camadas de células grandes e com espaços intercelulares maiores em relação às demais cultivares (Figura 5-C-D). Tais características para a cv. Maku provavelmente estejam relacionadas com a morfologia do seu sóbole, que apresentou maior espessura em relação às demais cultivares.

Não foi observada presença de endoderme limitando o córtex e o cilindro central. Os feixes vasculares, são em torno de dez a onze, com elementos de condução do xilema dispostos aleatoriamente. Na porção externa do floema foram observadas calotas de fibra, sendo mais evidentes nas cvs. S. Gabriel e ARS2620. As observações feitas em relação ao número de feixes vasculares concordam com as obtidas por Poles-Maroso et al. (2004) e discordam das descritas por Li & Beuselinck (1996) que em avaliação feita nas estruturas anatômicas dos rizomas de cornichão observaram entre seis e sete feixes vasculares. A medula foi bem evidente nas três cultivares. Observou-se a presença de idioblastos fenólicos tanto nas células parenquimáticas da medula como nas do parênquima cortical. Poles-Maroso et al. (2004) também observaram presença de compostos fenólicos em *Lotus*. Não foi observada presença de amido nas células do parênquima.

3.2.3 Hastes

As hastes, em vista transversal apresentaram epiderme unisseriada com paredes delgadas e cutícula fina. Foram observados

poucos estômatos. A região cortical mostrou em torno de oito estratos de células, com espaços intercelulares reduzidos (Figura 6).

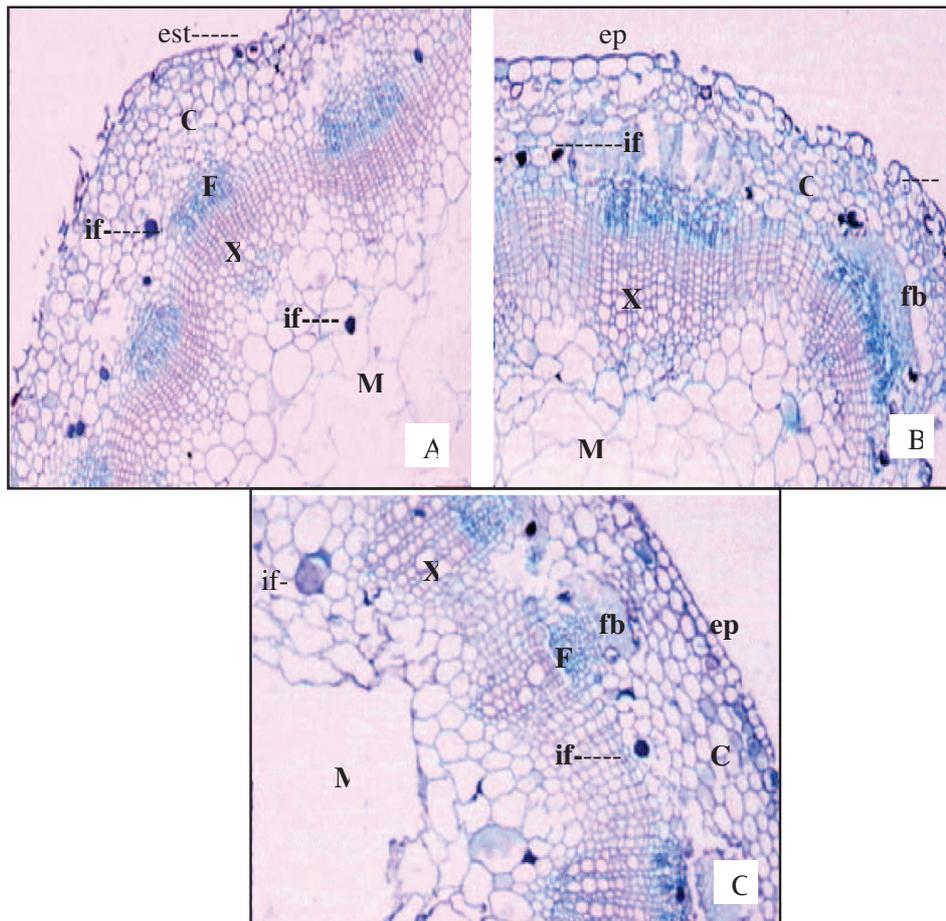


Figura 6 – Secções transversais de hastes aéreas de cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 50x, Maku (C) MF: 50x. Córtex (C); epiderme (ep); estômatos (est); fibras (fb); floema (F); idioblastos fenólicos (if); medula (M); xilema (X).

O cilindro central é formado por nove a onze feixes vasculares com início da instalação do câmbio vascular. Na região do

floema junto à córtex foram observadas calotas de fibra. O xilema apresentou seus elementos condutores bem lignificados com paredes espessas.

A medula foi bem evidente nas três cultivares e suas células apresentaram-se mais íntegras nas cvs. S. Gabriel e ARS2620 (Figuras A-B), sendo que na cv. Maku, que possui como características de medula oca, as células apresentaram menor integridade (Figura 6-C).

Observou-se a presença de substâncias ergásticas nas células parenquimáticas, tanto da medula como da região dos feixes e córtex. Características semelhantes na anatomia das hastes de cornichão foram observadas por Li & Beuselinck (1996), que observaram de nove a dez feixes vasculares, bem como presença de substâncias ergásticas, como taninos condensados nas células parenquimáticas.

Brades & Freitas (1992) enfatizaram a importância dessas substâncias, principalmente dos taninos condensados na composição celular, por aumentarem o valor nutricional da forragem e por exercerem um papel fundamental evitando o timpanismo e atuando como protetores da degradação protéica no rúmen. Para Albrecht et al. (1987), em plantas forrageiras, é comum haver maiores concentrações de elementos estruturais, como polissacarídeos de parede celular e lignina, em hastes do que em folhas. Isso demonstra heterogeneidade na degradabilidade de hastes em relação às folhas pelos ruminantes, bem como a maior ou menor atividade microbiana e eficiência no aproveitamento da proteína em animais alimentados com forragens (MERCHEN & BOURQUIN, 1994).

3.2.4 Folha

3.2.4.1 Pecíolo

O pecíolo em secção transversal, apresentou forma alada com presença de três feixes vasculares, sendo que cada ala possui um feixe de porte menor do que o localizado na sua porção central (Figura 7).

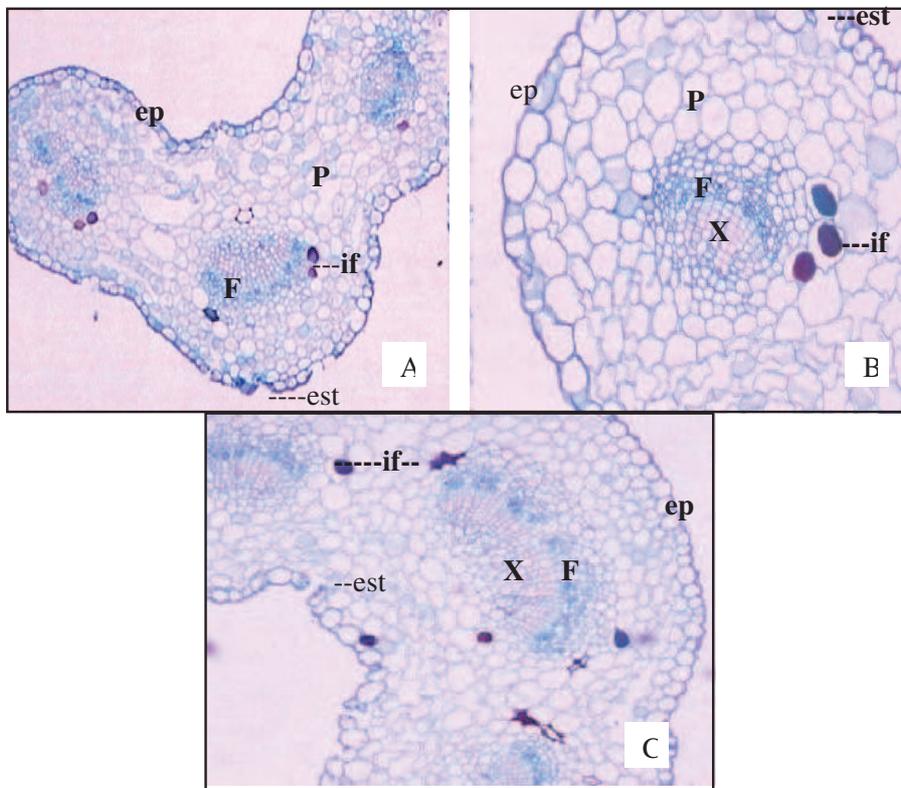


Figura 7 – Secções transversais de pecíolo das cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A) MF: 50x, ARS2620 (B) MF: 100x, Maku (C) MF: 50x. Epiderme (ep); estômato (est); floema (F); idioblastos fenólicos (if); parênquima (P); xilema (X).

A epiderme apresentou-se de forma unisseriada com parede celular periclinal externa semelhante à interna. Externamente apresentou cutícula delgada e estômatos.

Foi observado também presença de idioblastos fenólicos, ocorrendo com maior incidência nas células do parênquima próximas aos feixes vasculares (Figura 7 B). Conforme Esau (1985), às vezes as células que possuem substâncias ergásticas como é o caso dos taninos, podem estar associadas às células de armazenamento próximas aos tecidos vasculares servindo de proteção do protoplasto contra a dissecação, putrefação e ataques por patógenos.

Na maioria das dicotiledôneas herbáceas, os traços principais da base do pecíolo permanecem distintos até atingirem a lâmina foliar, e possuem grande semelhança com a anatomia das hastes (ESAU, 1974). Nelson & Moser (1994) consideram que existe uma similaridade entre a digestibilidade dos tecidos do pecíolo com os das hastes; pecíolos são menos degradados em relação às lâminas foliares. Tal observação deve-se às maiores proporções dos feixes vasculares, bem como a maior deposição de carboidratos estruturais como celulose, hemicelulose e lignina nas hastes e pecíolos por serem estruturas de sustentação da planta, em relação às lâminas foliares. Apesar dos poucos estudos referentes ao pecíolo, pode-se considerar, baseado na apresentação de seus tecidos e composição celular, que este é a parte da folha com menor degradabilidade.

3.2.4.2 Lâmina foliar

A estrutura anatômica da folha mostrou-se dorsiventral, sendo que as faces adaxial e abaxial são cobertas por uma epiderme unisseriada com paredes celulares delgadas com presença de cutícula. Em ambas as faces ocorrem estômatos (Figura 8).

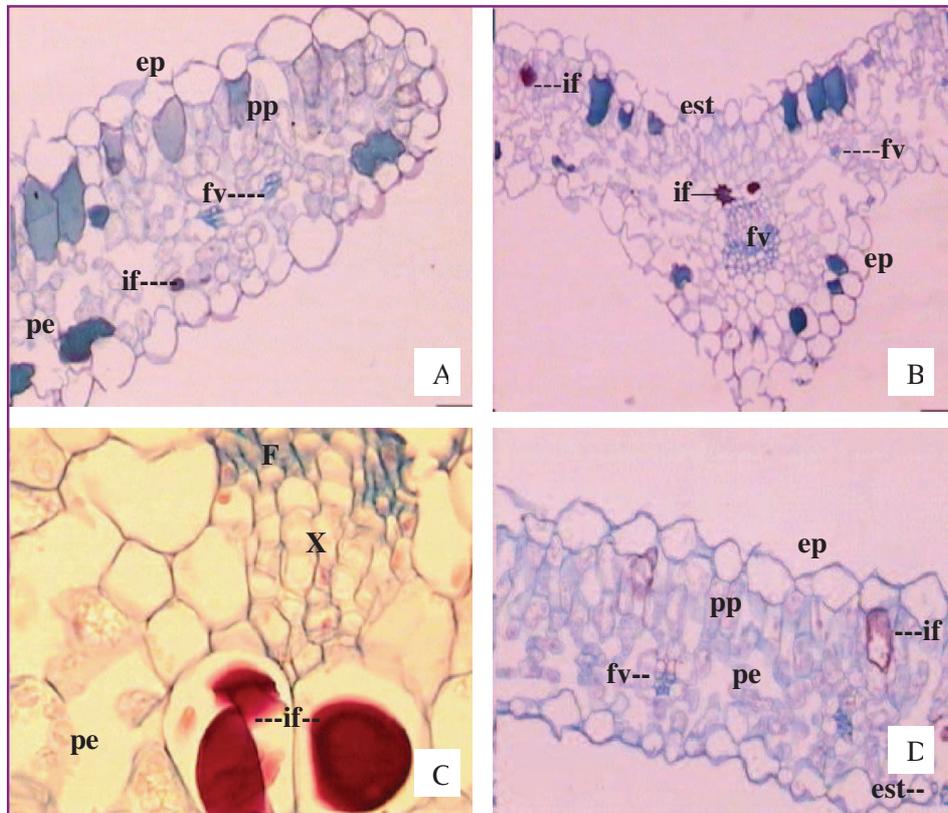


Figura 8 – Secções transversais de folhas das cultivares de *Lotus*, aos 210 dias de crescimento. S. Gabriel (A, B) MF: 100 e 50x, ARS2620 (C) MF: 400x, Maku (D) MF 100x. Epiderme (ep); estômatos (est); feixes vasculares (fv); floema (F); idioblastos fenólicos (if); parênquima clorofiliano esponjoso (pe); parênquima clorofiliano paliçádico (pp); xilema (X).

O mesofilo é composto por parênquima clorofiliano paliçádico com dois estratos celulares no lado adaxial e de um parênquima esponjoso subjacente (Figura 8-A-D).

O parênquima clorofiliano paliçádico mostrou-se estendido até o bordo foliar e não foi interrompido na região da nervura central. Os feixes condutores caracterizaram-se pelo pequeno tamanho e com poucos elementos de condução, principalmente de xilema, somente três, sendo que a região da nervura central apresentou maiores proporções de células parenquimáticas em relação aos feixes (Figura 8-B).

Essas características são altamente favoráveis a maior degradabilidade e aproveitamento dos tecidos das folhas dessas cultivares. As proporções de elementos condutores e das células da bainha que envolvem os feixes vasculares caracterizam as cultivares por possuírem via fotossintética C₃. Semelhanças na estrutura foliar de (*Medicago sativa* L.), foram descritas por Esau (1985) que refere-se ao parênquima clorofiliano paliçádico com duas camadas de células.

As três cultivares apresentaram idioblastos fenólicos no conteúdo das células do mesofilo, o que confirma a qualidade nutritiva da forragem e sua importância no aproveitamento da proteína pelos ruminantes, bem como a prevenção por taninos condensados, contra o timpanismo (Figura 8-C). Os dados referentes à anatomia foliar de *Lotus*, concordam com os descritos por López et al. (1966), Norton (1981) e Albrecht et al. (1987), que enfatizaram a qualidade nutricional da folha e o bom aproveitamento pelos ruminantes, por possuir poucos tecidos de sustentação e por apresentar taninos condensados em sua composição celular, o que facilita a

degradabilidade e o aproveitamento da proteína. Como o parênquima apresenta degradação mais rápida pelos microrganismos do rúmen (HANNA et al., 1973), provavelmente as maiores proporções desse tecido, apresentado nas folhas das cvs. de *Lotus*, contribuam para a sua maior degradação.

Segundo Esau (1974), na maioria das dicotiledôneas herbáceas as folhas são finas, com cutícula delgada e espaços intercelulares, fato esse também observado neste trabalho. As diferenças no conteúdo da parede celular entre folhas e hastes é ainda mais evidente em leguminosas (NORTON, 1981). Esses fatores, aliados a grande formação de folhas por essa leguminosa justificam ainda mais a indicação do seu uso como componente de pastagem para a produção animal, já que as folhas são as mais preferidas e compõem a maior parte da alimentação do gado.

4 CONCLUSÕES

1. As distintas formas de crescimento apresentadas pelas cultivares não expressam diferenças na sua formação anatômica.
2. As estruturas anatômicas das cvs. S. Gabriel e ARS2620 diferem da cv. Maku por apresentarem maior integridade das células da medula das hastes, maior ocorrência de amido nas células do parênquima das raízes, maior quantidade de fibra na região do floema, bem como menor região cortical dos sóboles.
3. As características anatômicas apresentadas são próprias de plantas que possuem boa degradabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, p.17-25, 1989.
- AKIN, D. E.; ROBINSON, E. L. Structure of leaves and stems of arrowleaf and crimson clovers as related to in vitro digestibility. *Crop Science*, Madison, v.22, p.24-29, 1982.
- ALBRECHT, K. A.; WEDIN, W. F.; BUXTON, D. R. 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. *Crop Science*, Madison, v.27, p.735-741, 1987.
- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. *The Leguminosae*. University of Wisconsin Press: Madison, 1981. p.401-405.
- APPEZZATO da GLÓRIA, B. *Morfologia de Sistemas Subterrâneos: história e evolução do conhecimento no Brasil*. 1 ed. Ribeirão Preto, Editora e Arte. 2003.
- ARAÚJO, A. A. de. Principais forrageiras para pastagens. In: *Melhoramento das Pastagens*. 3. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 1972. p.107-148.
- ARAÚJO, J. C. de.; JACQUES, A. V. A. Características morfológicas e produção de matéria seca de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) colhido em diferentes estádios de crescimento e a duas alturas corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.3, n.2, p.138-147, 1974a.
- ARAÚJO, J. C. de.; JACQUES, A. V. A. Influência do estágio de crescimento e da altura de corte sobre as reservas de glicídios e nitrogênio total de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.3, n.2, 1974b.
- BACON, J. S. D. Plant cell wall digestibility and chemical structure. *Rep. Rowett Inst.*, v.35, p.99-108, 1979.
- BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas*. 2 ed. Jaboticabal, São Paulo: Editora Funep, 2003.

BEUSELINCK, P. R.; MCGRAW, R. L. Seedling vigor of three *Lotus* species. *Crop Science*, Madison, v.23, p.390-391, 1983.

BEUSELINCK, P. R.; PETTERS, E. J.; MCGRAW, R. L. Cultivar and management effects on stand persistence of birdsfoot trefoil. *Agronomy Journal*, Madison, v.76, n.2, p.490-492, 1984.

BEUSELINCK, P. R.; LI, B.; STEINER, J. J. Rhizomatous *Lotus corniculatus* L. I. Taxonomic and cytological study. *Crop Science*, Madison, v.36, n.2, p.179-185, 1996.

BEUSELINCK, P. R.; STEINER, J. J. Registration of 'ARS-2620' Birdsfoot Trefoil. *Crop Science*, Madison, v.36, p.1414, 1996.

BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: the Science and Technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999.

BEUSELINCK, P. R.; BRUMMER, E. C.; VIANDS, D. K.; ASAI, K. H.; SMITH, R. R.; STEINER, J. J.; BRAUER, D. K. Genotype and environment affect rhizome growth of birdsfoot trefoil. *Crop Science*, Madison, v.45. p. 1736-1740, 2005.

BLUMENTHAL, M. J.; MCGRAW, R. L. *Lotus* adaptation, use, and management. In: BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: The science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.97-119.

BONNEMAISON, F.; JONES, D. A. Variation in alien *Lotus corniculatus* L. 1. Morphological differences between alien and native british plants. *The Genetical Society of Great Britain, Heredity*. Essex, v.56. n.1, p.129-138, 1986.

BRADES, D.; FREITAS, E. A. G. de. Taninos condensados – uma ferramenta para melhorar o desempenho de ruminante. *Agropecuária Catarinense*, Lages, v.5, n.3, 1992.

BRISKE, D. D. Strategies of plant survival in grazed systems a functional interpretation. In: *The ecology and management of grazed systems*. HODGSON, J.; ILLIUS, W. (eds)., Wallingford: CAB International, 1996. p.37-67.

BROUGHAM, R. W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal Agricultural Research*, Melbourne, v.7, n.5, p.377-387, 1956.

BROWN, R. H.; COOPER, R. B.; BLASER, R. E. Effects of leaf age on efficiency. *Crop Science*, Madison, v.6, p.206-209, 1966.

BRUMMER, E. C.; BOUTON, J. H. Physiological traits associated with grazing-tolerance alfalfa. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, n.2, p.138-143, 1992.

BURKART, A. *Las leguminosas argentinas, silvestres e cultivadas*. 2. ed. Buenos Aires: Acme, 1952. p.280-283.

CÂNDIDO, M. J. D. *Características anatômicas e químico-bromatológicas das forrageiras x alternativas para otimizar consumo e digestão*. Disponível em: <<http://www.forragicultura.com.br/vermat.asp?codmat=70>>. Acessado em 24 de maio de 2005.

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

CAROSO, G. F.; PAIM, N. R.; PRATES, E. R. Avaliação da produção e persistência de progênies e cultivares de *Lotus corniculatus* L. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.16, n.3, p.341-346, 1981.

CAROSO, G. F.; PAIM, N. R.; MARKUS, R. Avaliação de clones de *Lotus uliginosus* Schkuhr. em blocos de policruzamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.4, p.617-622, 1982.

COOPER, C. S. Response of birdsfoot trefoil and alfalfa to various levels of shade. *Crop Science*, Madison, v.6, p.63-66, 1966.

DAMIÃO, C. F. Filho. *Morfologia Vegetal*. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1993.

DAVIS, M. R. Growth and nutrition of legumes on a high country yellow-brown earth subsoil. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v.24, p.324-332, 1981.

DUELL, R. W.; GAUSMAN, H. W. The effect of differential cutting on the yield, persistence, protein and mineral content of birdsfoot trefoil. *Agronomy Journal*, Madison, v.49, p.318-319, 1957.

EHLKE, N.; VELLEKSON, D. J.; LYMAN, B. E. Selection for biological nitrogen fixation and nitrogen utilization in birdsfoot trefoil. *Crop science, Madison*, v.36, n.1, p.104-109, 1996.

ELIAS, C. O.; CHADWICK, M. J. Growth characteristics of grass and legume cultivars and their potential for land reclamation. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v.16, n.2, p.537-544, 1979.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. 14 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

ESAU, K. *Anatomia Vegetal*. 3 ed. Barcelona: Omega S.A, 1985.

FAIREY, D. T.; SMITH, R. R. Seed production in birdsfoot trefoil, *Lotus* species. In: *Trefoil: the science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.145-166.

FLARESSO, J. A.; SAIBRO, J. C. Influência de regimes de cortes e adubação no rendimento de matéria seca, reservas de glicídios não-estruturais e ressemeadura natural de *Lotus corniculatus* L. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, p.181-188, 1992.

FORMOSO, F. *Lotus corniculatus*: I. *Performance forragera Y características agronômicas asociadas*. Montevideo: INIA, Serie Técnica n.37, 1993. 20p.

FRAME, J.; CHARLTON, J. F. L.; LAIDLAW, A. S. *Temperate Forage Legumes*. CAB Internacional, 1998. 327p.

FRAME, J. *Lotus corniculatus*. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acessado em 06 de abril de 2006.

GENRICH, K. C.; SCHEAFFER, C. C.; EHLKE, N. J. Kura clover growth and development during the seeding year. *Crop Science*, Madison, v.38, p.735-741, 1998.

GRANT, W. Interspecific hybridization and amphidiploid of lotus as it relates to phylogeny and evolution. In; BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: the science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.43-60.

GREUB, L. F.; WEDIN, W. F. Leaf area, dry-matter accumulation and carbohydrate reserves of alfalfa and birdsfoot trefoil under a three-cut management. *Crop Science*, Madison, v.11, n.3, p.341-344, 1971.

HANNA, W. W., MONSON, W. G., BURTON, G. W. Histological and *in vitro* digestion study of 1-and 4-week stems and leaves from high and low quality bermudagrass genotypes. *Agronomy Journal*, Madison, v.68, p.219-22, 1976.

_____. Histological examination of fresh forage leaves after *in vitro* digestion. *Crop Science*, Madison, v.13, p.98-102, 1973.

HARRIS, C. A.; BLUMENTHAL, M. J.; KELMAN, W. M.; MCDONALD, L. Effect of cutting height and cutting interval on rhizome development, herbage production and herbage quality of *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.37, p.631-637, 1997.

HARRIS, C. A.; BLUMENTHAL, M. J.; SCOOT, J. M. Survey of use and management of *Lotus pedunculatus* cv. Grasslands Maku in eastern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Melbourne, v.33, n.1, p.41-47, 1993.

HATFIELD, R. D. Structural polysaccharides in forages and their degradability. *Agronomy Journal*, Madison, v.81 p.39-46, 1989.

HUGHES, H. D. Cuernecillo. In: HUGHES, H. D.; HEATH, M.; METCALFE, D. S. *Forages: la ciencia de la agricultura basada en*

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

JOSEPH, H.; KIRKBRIDE, Jr. *Lotus* systematics and distribution. In: BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: the science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.1-20.

JUNG, H. G. Forage lignins and their effects on fiber digestibility. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, p.33-38, 1989.

KIRKBRIDE, J. H. Jr. *Lotus* Systematics and distribution. In: BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: the science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.1-20.

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

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

LOWTHER W. L. Establishment and growth of clovers and *Lotus* on acid soil. *New Zealand Journal Experimental Agriculture*, Wellington, v.8, p.31-138, 1980.

MARQUES-ORTIZ, J. J; JOHNSON, L. D; BARNES, D. K ; BASIGALUP, D. H. Crown morphology relationships among alfalfa plant introductions and cultivars. *Crop Science*, Madison, v.36 p.766-770, 1996.

MARTEN, G. C.; JORDAN, R. M. Substitution value of birdsfoot trefoil for alfalfa-grass in pasture systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.71, p.55-59, 1979.

MCKEE, G. W. Influence of daylength on flowering and plant distribution in birdsfoot trefoil. *Crop Science*, Madison, v.3, p.205-208, 1963.

MERCHEN, N. R., BOURQUIN, L. D. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In: FAHEY JR.; G.C. (ed.). *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: ASA, 1994. p.564-612.

MONTEIRO, I. D.; PAIM, N. R. Teste de progênies de policruzamento de *Lotus uliginosus*. I. Em mistura com azevém anual. II. Em linhas individuais e com a cultivar Maku. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.10, p.1483-1489, 1982.

MOOT, D. J.; SCOTT, W. R.; ROY, A. M.; NICHOLLS, A. C. Base temperature and thermal time requirements for germinations and emergence of temperate pasture species. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, Wellington, v.43, n.1, p.15-25, 2000.

MORAES, C. O. C.; PAIM, N. R.; NABINGER, C. Avaliação de leguminosas do gênero *Trifolium*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.24, n.7, p.813-818, 1989.

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

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY, J.C. (ed.). *Forage quality, evaluation, and utilization*, Madison: ASA, 1994. p.115-154.

NELSON, C. J.; SMITH, D. Growth of birdsfoot trefoil and alfalfa. II. Morphological development and dry matter distribution. *Crop Science*, Madison, v.8, p.21-24, 1968.

NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. In: *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures*. Department of Agriculture, University of Queensland. Austrália: 1981. p.98-110.

NOZELLA, E. F. *Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes*. Tese (Mestrado – Energia Nuclear na Agricultura) Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Universidade de São Paulo, SP, 2001. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/disponiveis> >. Acessado em 12 de julho de 2005.

OLIVEIRA, J. C. P.; PAIM, N. R.; FRIES, L. A. Comparação entre três procedimentos na seleção de plantas individuais em *Lotus* spp. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.7, p.955-961, 1990.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, J. A.; QUEIROZ, D. S.; SILVA, E. A. M. da. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de gramíneas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.3, p.955-963, 2001.

PAIM, N. R. Research on *Lotus* spp. In Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Lotus Newsletter*, Columbia, v.19, p.37-43, 1988.

PAIM, N. R.; RIBOLDI, J. Comparação entre espécies e cultivares do gênero *Lotus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, p.1699-1701, 1991.

PATERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, J. P. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY JR, G.C. (eds.). *Forage quality, evolution, and utilization*. Madison: ASA, 1994. p.59-114.

PETTERSON, R. A. Fisiologia das plantas forrageiras. In: *Fundamentos de Manejo de Pastagens*. Instituto de Zootecnia da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. São Paulo, 1970 p. 23-36.

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

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

RISSO, D. F.; COSCIA, P.; SURRACO, L. Productividad de um tapiz de *Lotus (Lotus corniculatus)* L.) bajo três manejos del pastoreo. *Investigaciones Agronômicas*. v.1, n. 4, p.50-56, 1983.

RIZZINI, C. T.; HERINGER, E. P. Estudo sobre os sistemas subterrâneos difusos de plantas campestres. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.38, p.85-112, 1966.

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

SASS, J. E. *Botanical microtechnique*. Iowa: The Iowa State College Press, 1951, 228p.

SCHEFFER-BASSO, S. M. *Caracterização morfofisiológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. e Lotus L.* (Tese-Doutorado/Zootecnia). Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, A. V. A.; DALL'AGNOL, M.; RIBOLDI, J.; CASTRO, S. M. J. de. Dinâmica da formação de gemas, folhas e hastes de espécies de *Adesmia DC.* e *Lotus L.* *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.6, p.1961-1968, 2000.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, A. V. A.; DALL'AGNOL, M.; RIBOLDI, J.; CASTRO, S. M. J. Disponibilidade e valor nutritivo de forragem de leguminosas nativas (*Adesmia DC.*) e exóticas (*Lotus L.*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.3, p. 975-982, 2001a.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; VOSS, M.; JACQUES, A. V. A. Nodulação e fixação biológica de nitrogênio de *Adesmia latifolia* e *Lotus corniculatus* em vasos de Leonard. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.3, p.687-693, 2001b.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; VENDRUSCOLO, M. C.; BARÉA, K.; BENINCÁ, R. C.; LUBENOW, R.; CECCHETTI, D. Comportamento de leguminosas (*Adesmia*, *Lotus*, *Trifolium*) em mistura com festuca (*Festuca arundinaceae*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.6, p.2197-2203, 2002a.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; JACQUES, A. V. M.; DALL'AGNOL, M. Alocação da biomassa e correlações morfofisiológicas em

leguminosas forrageiras com hábitos de crescimento contrastantes. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.59, n.4, p.629-634, 2002b.

SEANEY, R. R.; HENSON, P. R. Birdsfoot trefoil. *Advances in Agronomy*, Madison, v.22, p.119-157, 1970.

SHEAFFER, C. C.; MARTEN, G. C.; JORDAN, R. M.; RISTAU, E. A. Forage potencial of kura clover and birdsfoot trefoil when grazed by sheep. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, p.176-180, 1992.

SHEAT, G. W. Production and regrowth characteristics of *Lotus pedunculatus* Cav. Cv. "Grasslands Maku". *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v.23, n.2, p.191-200, 1980.

SHIBLES, R. M.; MACDONALD, H. A. Photosynthetic area and rate in relation to seedling vigor of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Crop Science*, Madison, v.2, p.299-302, 1964.

SHIFERAW, W.; SHELTON, H. M.; SO, H. B. Tolerance of some subtropical pasture legumes to waterlogging. *Tropical Grasslands*, v.26, p.187-195, 1992.

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

SMITH, D. Birdsfoot trefoil. In: *Forage management in the north*. 3. ed. Dubuque: Kendall/Hunt, 1975. p.117-24.

SMITH, D. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover, and birdsfoot trefoil under several management schedules. *Crop Science*, Madison, v.2, n.75, p.75 – 78, 1962.

SOSTER, M. T. B.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DALL'AGNOL, M. Caracterização morfofisiológica de genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.6, p.1654-1661, 2004a.

SOSTER, M. T. B.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; DALL'AGNOL, M.; BRUSTOLIN, R.; FONTANELI, R. S. Caracterização agrônômica de

genótipos de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.6, p.1662 – 1671, 2004b.

STEINER, J. J. Birdsfoot Trefoil: origins and germoplasm diversity. In: BEUSELINCK, P. R. *Trefoil: the science and technology of Lotus*. 28 ed. Madison: ASA, 1999. p.62-81.

STEINER, J. J.; GARCIA DE LOS SANTOS, G. Adaptive ecology of *Lotus corniculatus* L. genotypes: I Plant morphology and RAPD marker characterizations. *Crop Science*, Madison, v.41, p.552-563, 2001.

SWIFT, R. W.; SULLIVAN, E. F. Composicion y valor nutritivo de los forrajes. In: *Forages: la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos*. México: Compañía Editora Continental, 1981. p.59-69.

TAYLOR, T. H.; TEMPLETON, W. C.; WYLES, J. W. Management effects on persistence and productivity of birdsfoot trefoil (*L. corniculatus* L.). *Agronomy Journal*, Madison, v.65, p.646-648, 1973.

VIGNOLIO, O. R.; FERNÁNDES, O. N.; MACEIRA, N. O. Biomass allocation to vegetative and reproductive organs in *Lotus glaber* and *L. corniculatus* (*Fabaceae*). *Australian Journal Botanical*, v.50, p.75-82, 2002.

WASSOM, C. E.; BARNET, F. L. Stoloniferous behavior in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Agronomy Journal*, Madison, v.63, p.342-344. 1971.

WEDDERBURN, M. E.; GWYNNE, D. C. Seasonality of rhizome and shoot production and fixation in *Lotus uliginosus* under upland conditions in South-West Scotland. *Annals of Botany*, London, v.48, n.1, p.8-13, 1981.

WEN, L.; KALLENBACH, R. L.; WILLIAMS, J. E.; ROBERTS, C. A.; BEUSELINCK, P. R.; MCGRAW, R. L.; BENEDICT, H. R. Performance of steers grazing rhizomatous and nonrhizomatous birdsfoot trefoil in pure stands and in tall fescue mixtures. *Journal of Animal Science*, v.80, p.1970-1976, 2002.

WEN, L.; ROBERTS, C. A.; WILLIAMS, J. E.; KALLENBACH, R. L. BEUSELINCK, P. R.; MCGRAW, R. L. Condensed tannin concentration of rhizomatous and nonrhizomatous birdsfoot trefoil in grazed mixtures and monocultures. *Crop Science*, Madison, v.43, p.302-306, 2003.

WILSON, J. R.; BROWN, R. H.; WINDHAM, W.R. Influence of leaf anatomy on dry matter digestibility of C₃, C₄, and C₃/C₄ intermediate types of *Panicum* species. *Crop Science*, Madison, v.23, n.1, p.141-146,1983.

