



Acta Scientiarum. Animal Sciences

ISSN: 1806-2636

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Rodrigues Mendes, Cristina; da Graça de Souza Lima, Maria; Ferreira de Quadros, Fernando Luiz;
Miranda Abreu, Claudete; Cervo Garagorry, Fábio

Influência da queima no teor de pigmentos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas de
pastagens naturais

Acta Scientiarum. Animal Sciences, vol. 32, núm. 3, 2010, pp. 239-245
Universidade Estadual de Maringá
.png, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303126501003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Influência da queima no teor de pigmentos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas de pastagens naturais

Cristina Rodrigues Mendes^{1*}, Maria da Graça de Souza Lima², Fernando Luiz Ferreira de Quadros³, Claudete Miranda Abreu⁴ e Fábio Cervo Garagorry¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi, Km 9, 97105-900, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ²Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ³Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ⁴Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: cmendess@bol.com.br

RESUMO. A importância do fogo na origem e na manutenção das áreas de pastagens é bastante discutida. O objetivo foi verificar a influência da queima no teor de pigmentos fotossintéticos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas nativas de pastagem sob pastoreio rotacionado. Foram avaliadas as lâminas foliares de oito gramíneas, de pastagem natural, representantes de quatro grupos funcionais. Foram quantificados teores de pigmentos, proteínas solúveis, carboidratos solúveis, amido e açúcares redutores. A maioria das espécies sem queima teve maior teor de pigmentos. De modo geral, não houve efeito do fogo sobre a proteína solúvel, porém as espécies *D. sabulorum*, *A. affinis* e *A. laevis* se destacaram como o grupo de maior teor proteico solúvel dentre as espécies avaliadas. Os teores de carboidratos solúveis e de açúcares redutores foram maiores nas gramíneas sem queima enquanto o teor de amido foi maior nas gramíneas submetidas à queima. Conclui-se que a ausência de queima proporciona teores de pigmentos fotossintéticos mais elevados e a queima reduz os teores de açúcares redutores na maioria das espécies estudadas. O teor de proteína solúvel não permite diferenciar os tratamentos.

Palavras-chave: carotenoide, clorofila, fotossíntese, fogo, grupos funcionais.

ABSTRACT. **Influence of forest fire on pigments, soluble protein and carbohydrate contents in natural pastureland grasses.** The importance of fire in the origin and maintenance of pasturelands is a much discussed issue. The influence of fire on rates of photosynthetic pigments, soluble proteins and carbohydrates in native grassland subjected to rotational grazing was evaluated. Leaf lamina of eight grasses from natural grassland, representatives of four functional groups, were analyzed. Rates of pigments, soluble proteins, total soluble carbohydrates, sugars and starch were determined. Most unburnt grasses had the highest pigment rates. Although fire did not affect soluble proteins, the species *D. sabulorum*, *A. affinis* and *A. laevis* had the largest soluble protein rates among the species evaluated. Rates of soluble carbohydrates and of reducing sugars were higher in unburnt grasses whereas starch rates were higher in the burned ones. The absence of burning provides higher rates of photosynthetic pigments and burning reduces the amount of reducing sugars in most species under analysis. Soluble protein rates fail to differentiate the treatments.

Key words: carotenoid, chlorophyll, photosynthesis, fire, functional groups.

Introdução

No Rio Grande do Sul, o campo nativo é a base da pecuária de corte seja em propriedades familiares ou grandes empresas. Ano a ano este ecossistema diminui em tamanho, fundamentalmente pelo avanço da agricultura e do florestamento industrial. Um dos principais desafios que o homem enfrenta é manejear áreas de pastagens naturais, de tal modo que a biodiversidade, a produtividade e a estabilidade permaneçam em equilíbrio, apesar das pressões sociais, econômicas e políticas (CARVALHO et al., 2006).

A pastagem natural exibe extrema variabilidade espacial e temporal em termos de quantidade e qualidade de espécies forrageiras. A variabilidade pode ser natural (mudanças normais na fisiologia, fenologia e crescimento das plantas) ou induzida pelo pastejo (ROSITO et al., 2004). Para se obter o máximo aproveitamento e garantir o desempenho animal, um dos requisitos seria o conhecimento qualitativo das espécies que compõem a comunidade vegetal (GARAGORRY et al., 2008).

No contexto atual, a produção animal, a partir da utilização de pastagens, requer num primeiro

momento uma abordagem analítica explicativa para melhor compreensão do impacto que diferentes práticas de manejo causam na estrutura da vegetação. Para que isso ocorra faz-se necessária a utilização de atributos morfológicos e/ou fisiológicos que refletem as condições de adaptação das plantas ao ambiente, ou seja, mostre em última análise a sua funcionalidade (SANTOS et al., 2006).

As diferentes práticas de manejo como pastejo, queima, aplicação de herbicidas, entre outros, podem provocar alterações na comunidade favorecendo algumas espécies e prejudicando outras. A importância do fogo na origem e na manutenção das áreas de pastagens no mundo é bastante discutida, havendo divergências nos resultados de pesquisa sobre o seu efeito. O fogo pode estressar plantas individuais por consumir reservas que sustentam o crescimento, bem como comunidades de plantas por reduzir a fertilidade e umidade do solo pelo aumento na evapotranspiração e escorramento superficial (STEUTER; MCPHERSON, 1995). A maior eficiência de algumas espécies em áreas queimadas pode ser em função de sua plasticidade fisiológica, pela qual essas espécies apresentam maior fotossíntese, condutância foliar, concentração de N na folha e aumento na eficiência de uso da água durante a seca, por desenvolver menor potencial osmótico, em relação às plantas de áreas não-queimadas (KNAPP, 1985). A elevação da temperatura junto à base das plantas durante a queima tem importância fundamental no grau de distúrbio dessas. Plantas prostradas parecem ser mais sujeitas à queima do que espécies eretas, cujos pontos de crescimento estão mais protegidos no interior da touceira (HERINGER; JACQUES, 2001). As gramíneas são apontadas como a família vegetal melhor adaptada à queima, em função de sua rápida capacidade de regeneração (COUTINHO, 1994; DAUBENMIRE, 1968; VOGL, 1974).

As espécies presentes na pastagem podem formar grupos, denominados tipos funcionais de plantas (TFs) com atributos biológicos adaptativos similares a certas variáveis, tais como, fatores ambientais, pastejo, acúmulo de graus-dia, entre outros, conferindo diferentes oportunidades de escolha aos herbívoros. O pastejo exerce influência maior sobre a dinâmica vegetacional que o fogo (QUADROS; PILLAR, 2001), determinando mudanças positivas ou negativas na pastagem, dependendo do critério de uso do mesmo e do grau de conhecimento das relações clima-solo-planta-animal. Respostas fisiológicas poderiam servir de base para a formação de grupos funcionais. No entanto, a descrição da vegetação com base em tipos funcionais apresenta

certo grau de dificuldade, os quais devem responder de forma similar a determinada variável ambiental (PILLAR; ORLÓCI, 1993).

Este trabalho teve por objetivo verificar a influência do manejo com queima e sem queima no conteúdo de pigmentos fotossintéticos, proteína solúvel e carboidratos em gramíneas de pastagem natural sob pastoreio rotativo.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na primavera-verão dos anos 2008/2009 (de agosto a março de 2009). As coletas das plantas avaliadas foram realizadas no último mês de avaliação. A área experimental está localizada no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), região central do Estado do Rio Grande do Sul. Localiza-se entre as coordenadas de 29°45' S e 53°45' W e com uma altura média de 95 m acima do nível do mar. A região possui clima subtropical úmido (Cfa) com temperaturas médias de 19,2°C e precipitação anual em torno de 1.769 mm. O solo é classificado como Planossolo Hidromórfico eutrófico nas áreas de baixada e Argissolo Vermelho distrófico nas áreas de topo e encosta (STRECK et al., 2002). As coletas das plantas avaliadas foram realizadas no último mês de avaliação. Dois potreiros de pastagem natural, com área média de 0,9 ha, foram submetidos a pastoreio rotacionado com cinco dias de ocupação e intervalos de descanso equivalentes ao acúmulo de uma soma térmica de 750 graus-dia. Os animais utilizados eram vacas das raças Nelore, Charolês e suas cruzas. A carga animal foi calculada de acordo com a massa de forragem avaliada em um período não superior a três dias antes da entrada prevista dos animais nos potreiros, adotando-se como taxa de desaparecimento de forragem o valor entre 20-35% da massa de forragem existente. A definição destes valores previa a manutenção de uma dupla estrutura (manchas de espécies pastejadas com diferentes intensidades) favorável à manutenção da diversidade nos potreiros sob pastejo.

Em cada potreiro foram demarcadas três transecções de cerca de 1.000 m² submetidas ou não à queima, que constituíram os tratamentos, num delineamento inteiramente casualizado. Nessas transecções foram coletadas as gramíneas: *Axonopus affinis* Chase, *Dichantelium sabulorum* (Lam.) Gould & C.A Clark, *Paspalum notatum* Flüggé, *Andropogon lateralis* Nees (touceiras pastejadas e não-pastejadas), *Paspalum plicatulum* Michx, *Erianthus angustifolius* Michx e *Aristida laevis* (Nees) Kunth. Essas espécies foram selecionadas por sua alta contribuição na massa de

forragem e por representarem grupos funcionais adaptados a diferentes estratégias de sobrevivência (QUADROS; PILLAR, 2002). Foram coletados perfilhos com lâminas foliares não-pastejadas, segundo protocolo de Cornelissen et al. (2003).

As clorofitas *a*, *b* e carotenoides foram extraídas pelo método de Arnon (ARNON, 1945). Para tal, em sala escura para evitar a fotodegradação, amostras de aproximadamente 200 mg de tecido foliar fresco foram maceradas com acetona 80% e centrifugadas a 3.000 rpm por 15 min. Completou-se o volume para 15 mL em balão volumétrico com acetona 80%. As absorbâncias para carotenoides, clorofitas *a* e *b* foram lidas em espectrofotômetro a 470, 663 e 647 nm, respectivamente, sendo as leituras utilizadas em fórmulas, segundo Lichtenthaler (1987). O resultado foi corrigido de acordo com o volume final do extrato e peso fresco utilizado, e expresso em mg de clorofila g⁻¹ de peso fresco.

Para a extração de proteínas solúveis amostras de aproximadamente 200 mg de tecido foliar fresco foram maceradas com 10 mL de tampão fosfato pH 6,8 a 0,1 N. O extrato obtido foi centrifugado a 3.000 rpm por 15 min. A quantificação de proteínas foi realizada pelo método *dye-binding* de Bradford (1976), utilizando-se soro albumina bovina (BSA) como padrão, a partir do qual se obteve a equação de regressão. O resultado foi corrigido de acordo com o volume final do extrato e peso fresco utilizado, e expresso em mg de proteína solúvel g⁻¹ de peso fresco.

A extração dos carboidratos solúveis totais e açúcares redutores foi realizada com etanol 80% quente e a partir do resíduo destes extraiu-se o amido com o uso de HClO₄ 30%. Os teores de carboidratos solúveis totais, açúcares redutores e amido foram quantificados pelos métodos de reação de antrona (CLEGG, 1956), Somogyi-Nelson (HODGE; HODFREITER, 1962; NELSON, 1944) e McCready (McCREADY et al., 1950), respectivamente, em amostras de aproximadamente 200 mg de tecido foliar seco. O resultado foi corrigido de acordo com o volume final do extrato e peso seco utilizado, e expresso em mg de carboidrato g⁻¹ de peso seco.

Os dados foram submetidos à análise da variância com uso do Programa Estatístico Estat, e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussão

Na comparação entre as espécies do tratamento sem queima (Tabela 1), *D. sabulorum* e *A. lateralis* obtiveram os maiores teores de pigmentos fotossintéticos, enquanto que *E. angustifolius* apresentou menor teor. Observou-se, também, que

A. laevis apresentou menor teor de clorofilas e as espécies *P. plicatum*, *E. angustifolius* e *A. affinis*, menor teor de carotenoides. Estes resultados permitem formar três grupos conforme o teor decrescente de pigmentos, sendo o primeiro composto pelas espécies *D. sabulorum* e *A. lateralis*, um segundo grupo intermediário composto por *A. affinis*, *P. notatum*, *P. plicatum* e o último grupo formado por *A. laevis* e *E. angustifolius*. Os resultados apresentam razoável grau de coerência com os grupos funcionais definidos pelos teores de matéria seca e área foliar específica propostos por Quadros et al. (2009). As duas últimas espécies citadas pertencem a um grupo considerado de conservação de recursos, o qual investe pouco em estruturas fotossintetizantes. Excetuando *A. affinis*, as demais espécies do grupo intermediário, quanto ao teor de pigmentos, também pertencem aos dois grupos funcionais intermediários. E das duas espécies com mais alto teor de pigmentos, *D. sabulorum* pertence a um grupo característico por investir na captura de recursos, com lâminas foliares largas e finas, pouco densas e de baixa duração de vida. A plasticidade fenotípica exibida por *A. lateralis* (folhas de diferentes comprimentos e espessura da lâmina) permite que essa espécie pertença a grupos diferentes e que possa exibir algumas estruturas foliares típicas de plantas de captura de recursos.

Na comparação entre os tratamentos, na linha (Tabela 1), as espécies *D. sabulorum*, *P. notatum*, *A. lateralis* (P**) e *P. plicatum* apresentaram maior teor de clorofitas *a*, *b* e carotenoides no tratamento sem queima, incluindo-se neste último pigmento o *A. lateralis* (T**). As demais espécies não diferiram estatisticamente. Por outro lado, a espécie *E. angustifolius* apresentou maior teor de clorofila *a* e de carotenoides no tratamento com queima, possivelmente tal diferença possa ser atribuída ao fato das folhas desenvolvidas após a queima terem maior eficiência fotossintética, como resposta fisiológica à remoção de material fotossintético que costuma ter grande longevidade, ou grande duração de vida das folhas, numa espécie típica de conservação de recursos (GONÇALVES et al., 2009).

Os teores de pigmentos estimam o potencial fotossintético das plantas, pela ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa, promovendo o crescimento e a adaptação a diversos ambientes. Entre as características que conferem habilidade competitiva às espécies está a taxa fotossintética. As clorofitas e os carotenoides são pigmentos presentes nos vegetais, capazes de absorver a radiação visível, desencadeando as reações fotoquímicas da fotossíntese, processo que pode definir o ritmo de desenvolvimento das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Tabela 1. Teor de pigmentos fotossintéticos em diferentes espécies nativas sob pastoreio rotativo nos tratamentos com queima (CQ) e sem queima (SQ).

	Teores de Pigmentos (mg g^{-1} de PF)					
	Clorofila <i>a</i>		Clorofila <i>b</i>		Carotenóides	
	CQ	SQ	CQ	SQ	CQ	SQ
<i>A. affinis</i>	0,83 B a*	0,85 CD a	0,41 B a*	0,38 CDE a	86,3 A a*	78,0 D a
<i>D. sabulorum</i>	0,69 BC b	1,16 A a	0,35 BC b	0,67 A a	70,5 BC b	110,5 A a
<i>P. notatum</i>	0,75 B b	0,92 BC a	0,36 BC b	0,47 BC a	74,9 ABC b	91,2 BCD a
<i>A. lateralis</i> P**	0,79 B b	1,07 AB a	0,38 BC b	0,57 AB a	78,3 AB b	101,9 AB a
<i>A. lateralis</i> T**	1,07 A a	1,05 AB a	0,55 A a	0,56 AB a	87,8 A b	100,9 ABC a
<i>P. plicatulum</i>	0,60 C b	0,89 C a	0,26 C b	0,41 CD a	61,1 C b	80,3 D a
<i>E. angustifolius</i>	0,70 BC a	0,58 E b	0,32 BC a	0,28 E a	72,3 ABC a	60,8 E b
<i>A. laevis</i>	0,76 B a	0,72 DE a	0,36 BC a	0,32 DE a	80,5 AB a	86,3 CD a
CV (%)	7,92		13,10		8,35	

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **P = touceiras pastejadas e T= touceiras não-pastejadas.

Não houve diferença estatística na comparação entre os tratamentos com queima e sem queima (Tabela 2), com exceção da espécie *E. angustifolius* que apresentou menor conteúdo proteico no tratamento com queima. Embasados nestes resultados pode-se inferir que o conteúdo de proteína solúvel não é um parâmetro fisiológico adequado para distinguir o efeito da queima.

Ao comparar as espécies (Tabela 2), no tratamento com queima, observou-se que as espécies *A. affinis* e *D. sabulorum* destacaram-se pelo maior teor de proteína solúvel, enquanto que a espécie com menor teor foi *E. angustifolius*. Em relação ao tratamento sem queima, as espécies *A. affinis* e *D. sabulorum* também apresentaram os maiores teores, enquanto as espécies que registraram menores conteúdos proteicos foram *A. lateralis* (dois tipos) e *P. plicatulum*.

Ao contrário da comparação entre tratamentos, foi possível classificar as espécies quanto ao teor de proteína solúvel. Assim *D. sabulorum*, *A. affinis* e *A. laevis* se destacaram como o grupo de maior teor dentre as espécies avaliadas. Esse resultado confirma o fato das duas primeiras espécies pertencerem a um grupo funcional típico de captura de recursos. Nesse caso, o recurso foi o N disponível no solo que foi alocado prioritariamente nas lâminas foliares. Os resultados das demais espécies não permitiram separar os demais grupos. A possível exceção seria *E. angustifolius*, que pode ser considerada uma espécie típica de um grupo de conservação de recursos, com menores teores de N alocados ao aparato fotossintético. Independente do efeito da queima, essa espécie consistentemente apresentou os menores teores de proteína solúvel.

A proteína solúvel é aquela disponível para a absorção pelo animal, sendo um dos fatores que mais influem na degradação proteica no rúmen, tendendo a ser mais rápida ou completamente degradada (TAMMINGA, 1979). Assim, quanto maior a quantidade de proteína solúvel, melhor a

disponibilidade de proteína e aminoácidos para o animal.

Tabela 2. Teor de proteínas solúveis (TPS) em diferentes espécies de pastagem natural sob pastoreio rotativo nos tratamentos com queima (CQ) e sem queima (SQ).

Espécies	TPS (mg g^{-1} de PF)		
	Tratamento	CQ	SQ
<i>A. affinis</i>	4,96 AB a*	4,85 AB a	
<i>D. sabulorum</i>	5,56 A a	5,03 A a	
<i>P. notatum</i>	3,98 CD a	3,42 DE a	
<i>A. lateralis</i> P**	3,33 CDE a	2,89 E a	
<i>A. lateralis</i> T**	3,12 DE a	3,11 DE a	
<i>P. plicatulum</i>	3,30 CDE a	3,46 CDE a	
<i>E. angustifolius</i>	2,48 E b	3,99 BCD a	
<i>A. laevis</i>	4,11 BC a	4,36 ABC a	
CV (%)		10,36	

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. **P = touceiras pastejadas e T= touceiras não-pastejadas.

A Tabela 3 apresenta os teores de carboidratos solúveis das gramíneas nativas avaliadas. Na comparação entre os tratamentos, na linha, duas espécies (*A. lateralis* T e P e *P. plicatulum*) tiveram maiores teores sob efeito da queima, enquanto as espécies *A. affinis*, *P. notatum* e *A. laevis* não diferiram estatisticamente e *D. sabulorum* e *E. angustifolius* foram superiores na ausência de queima.

Comparando as espécies, submetidas à queima, *A. lateralis* (P**) apresentou maior teor de carboidratos e *E. angustifolius* o menor teor. Já no tratamento sem queima, *D. sabulorum* e *A. lateralis* (T**) foram as que obtiveram maior teor, enquanto que *P. plicatulum*, *A. affinis* e *P. notatum* menores teores.

Com base nestes resultados, podem-se formar dois grupos quanto ao teor de carboidratos solúveis, destacando-se como de maior teor o grupo composto por *A. lateralis* (T** e P**) e *D. sabulorum*. A consistente superioridade das espécies do grupo em manter elevados teores desses carboidratos, que são substâncias de reserva, permite reforçar a hipótese de maior resiliência a distúrbios como o fogo e o pastejo, como já indicado por Quadros e Pillar (2001). Por outro lado, *E. angustifolius*,

P. plicatulum, *A. affinis* e *P. notatum* formaram um grupo de menor teor, o que sustentaria menor tolerância a esses distúrbios, como também foi indicado pelos mesmos autores.

Tabela 3. Teores de carboidratos solúveis (TCS) em diferentes espécies de pastagem natural sob pastoreio rotativo nos tratamentos com queima (CQ) e sem queima (SQ).

Espécies	TCS (mg g^{-1} PS)	
	CQ	SQ
<i>A. affinis</i>	32,10 DE a*	28,41 DE a
<i>D. sabulorum</i>	48,63 C b	55,33 A a
<i>P. notatum</i>	26,92 E a	30,83 DE a
<i>A. lateralis</i> P**	73,54 A a	43,81 BC b
<i>A. lateralis</i> T**	61,79 B a	49,64 AB b
<i>P. plicatulum</i>	38,52 D a	23,88 E b
<i>E. angustifolius</i>	16,33 F b	40,69 BC a
<i>A. laevis</i>	36,93 D a	36,43 CD a
CV (%)		8,51

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **P = touceiras pastejadas e T= touceiras não-pastejadas.

Os teores de açúcares redutores (Tabela 4) foram maiores para as plantas sem queima, exceto para *A. affinis* e *E. angustifolius*.

Dentre as espécies avaliadas, *A. lateralis* (P**) e *P. plicatulum* apresentaram maior teor de açúcares redutores na ausência de queima. Por outro lado, *E. angustifolius* foi a espécie que mostrou menor teor. Avaliando-se as plantas submetidas à queima, as espécies com maior conteúdo foram *A. affinis*, *A. laevis*, *D. sabulorum* e *P. plicatulum*, a espécie de menor teor foi *P. notatum*. Observa-se neste parâmetro a possibilidade de formação de grupos funcionais semelhantes aos encontrados para carboidratos solúveis (Tabela 3). A exceção à similaridade entre grupos seria a espécie *P. plicatulum* que se enquadrou no grupo inferior para carboidratos solúveis.

Tabela 4. Teor de açúcares redutores (AR) em diferentes espécies de pastagem natural sob pastoreio rotativo nos tratamentos com queima (CQ) e sem queima (SQ).

Espécies	AR (mg g^{-1} PS)	
	CQ	SQ
<i>A. affinis</i>	48,32 A a*	34,74 DE b
<i>D. sabulorum</i>	42,67 AB b	64,37 B a
<i>P. notatum</i>	27,69 C b	41,67 D a
<i>A. lateralis</i> P**	38,79 B b	88,59 A a
<i>A. lateralis</i> T**	39,38 B b	35,18 DE a
<i>P. plicatulum</i>	40,75 AB b	82,04 A a
<i>E. angustifolius</i>	37,23 B a	33,47 E a
<i>A. laevis</i>	44,24 AB b	54,64 C a
CV (%)		6,27

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **P = touceiras pastejadas e T= touceiras não-pastejadas.

Comparando o efeito da queima nas gramíneas, quanto aos seus teores de amido (Tabela 5), as espécies *A. affinis* e *A. laevis* não apresentaram

diferença. Maiores teores de amido, no tratamento sem queima, foram observados apenas nas espécies *P. plicatulum* e *E. angustifolius*. Por outro lado, *D. sabulorum*, *A. lateralis* (T** e P**) e *P. notatum* apresentaram maiores teores no tratamento queimado.

Na comparação entre as espécies submetidas à queima, *A. lateralis* (P**) registrou o maior teor de amido, enquanto *E. angustifolius* apresentou o menor valor. *P. plicatulum*, *A. affinis* e *P. notatum* apresentaram baixos teores e as demais espécies valores intermediários. Na ausência de queima, *A. lateralis* (P**) manteve o maior teor, enquanto que *A. affinis* e *P. notatum* registraram os menores teores.

Tabela 5. Teor de amido em diferentes espécies de pastagem natural sob pastoreio rotativo nos tratamentos com queima (CQ) e sem queima (SQ).

Espécies	Amido (mg g^{-1} PS)		
	Tratamento	CQ	SQ
<i>A. affinis</i>	47,65 D a*	47,28 DE a	
<i>D. sabulorum</i>	93,89 B a	75,34 B b	
<i>P. notatum</i>	54,14 CD a	33,34 E b	
<i>A. lateralis</i> P**	143,51 A a	106,64 A b	
<i>A. lateralis</i> T**	88,10 B a	58,25 CD b	
<i>P. plicatulum</i>	51,13 D b	70,10 BC a	
<i>E. angustifolius</i>	25,62 E b	52,48 D a	
<i>A. laevis</i>	68,33 C a	77,22 B a	
CV (%)		8,84	

*Médias seguidas de letra maiúscula na coluna e minúscula na linha diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **P = touceiras pastejadas e T= touceiras não-pastejadas.

Após a prática da queima, o solo tem seu teor de umidade reduzido, por isto as plantas necessitam realizar ajustes osmóticos para obter água do ambiente externo com baixo potencial hídrico. As células vegetais ajustam seu potencial hídrico em resposta ao estresse osmótico, pelo abaixamento do seu potencial de soluto (Ψ_s), por meio da síntese de solutos compatíveis no citosol, como glicina-betaína, sorbitol, manitol, pinitol e sacarose (RODRÍGUEZ et al., 1997), que possuem também a função de proteção da membrana plasmática (MANSOUR; SALAMA, 2004) e das enzimas do citosol (MUNNS; TESTER, 2008). Provavelmente, os maiores teores de carboidratos solúveis e amido, registrados para muitas gramíneas no tratamento com queima, tenham sido em função da necessidade de ajuste osmótico. A quantidade de carbono empregada para a síntese desses solutos orgânicos é grande e esse desvio de carbono para ajustar o potencial hídrico pode reduzir o crescimento e a biomassa total acumulada (TAIZ; ZEIGER, 2004).

No caso particular de *A. lateralis*, destacam-se a plasticidade fenotípica exibida nos tipos P (com maior proporção de lâminas foliares de menor comprimento) e T (com maior acúmulo de colmos

floríferos e lâminas mais compridas) aliada às respostas fisiológicas aqui registradas. A espécie manteve teores semelhantes de proteína solúvel e maiores teores de amido, açúcares redutores e carboidratos solúveis no tratamento queimado. A única exceção quanto a essa resposta fisiológica foram os açúcares redutores e os pigmentos que foram maiores no tratamento sem queima para o tipo P. A conjugação desses fatores reforça a hipótese de que a espécie seja altamente resiliente aos distúrbios mais frequentes em ambientes pastoris, como o fogo e o pastejo (COUTINHO, 1994; QUADROS; PILLAR, 2001; VOGL, 1974).

Em uma situação inversa, pode-se registrar que *E. angustifolius* é uma espécie que se manteve consistentemente com os menores teores de pigmentos, proteína solúvel, carboidratos solúveis e amido, indicando que um aumento na intensidade desses distúrbios leva à redução de sua participação na comunidade natural. Esse comportamento foi registrado por Quadros e Pillar (2001) e Boldrini e Eggers (1997).

Conclusão

De maneira geral conclui-se que é possível formar dois grupos funcionais de resposta ao efeito do fogo baseados na resposta fisiológica das plantas avaliadas quanto à composição bioquímica. O grupo que se destacou em todas as avaliações é composto, independente do tratamento, pelas espécies *A. lateralis* (T^{**} e P^{**}) e *D. sabulorum*. O grupo com menor capacidade de resposta é composto pelas espécies *E. angustifolius*, *P. notatum* e *P. plicatum*.

Agradecimentos

Ao Departamento de Botânica, UFPel, por permitir uso de suas dependências para realização das análises.

Referências

- ARNON, D. J. Cooper enzymes in isolated chloroplast: Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1945.
- BOLDRINI, I. I.; EGGERS, L. Directionality of succession after grazing exclusion in grassland in the south of Brazil. **Coenoses**, v. 12, n. 2-3, p. 63-66, 1997.
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, n. 3, p. 248-254, 1976.
- CARVALHO, P. C. F.; FISCHER, V.; SANTOS, D. T.; QUADROS, F. L. F.; RIBEIRO, A.; CASTILHOS, Z. M. S. C.; MONTEIRO, A. L. G.; NABINGER, C.; GENRO, T. C. M.; JACQUES, A. V. Á. Produção animal no Bioma Campos Sulinos. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 35, supl. esp., p. 156-202, 2006.
- CLEGG, K. M. The application of the anthrone reagent to the estimation of starch in cereals. **Journal of Science Food Agricultural**, n. 7, p. 40-44, 1956.
- CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DIAZ, S.; BUCHMAN N.; GURVICH D. E.; REICH, P. B.; TER STEEGE, H.; MORGAN, H. D.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G.; POORTER, H. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335-380, 2003.
- COUTINHO, L. M. O uso do fogo em pastagens naturais brasileiras. In: PUIGNAU, J. P. (Ed.). **Utilizacion y manejo de pastizales**. Montevideo: IICA-Procisur, 1994. p. 159-168. (Dialogo XL).
- DAUBENMIRE, R. Ecology of fire in grasslands. In: CRAGG, J.B. (Ed). **Advances in ecological research**. New York: Academic Press, 1968. v. 5, p. 209-266.
- GARAGORRY, F. C.; QUADROS, F. L. F.; TRAVI, M. R. L.; BANDINELLI, D. G.; FONTOURA JÚNIOR, J. A.; MARTINS, C. E. N. Produção animal em pastagem natural e pastagem sobre-semeada com espécies de estação fria com e sem o uso de glyphosate **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 2, p. 127-134, 2008.
- GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, C. E. G.; SANTOS, D. T.; DÍAZ, J. A. Q.; BAGGIO, C.; NABINGER, C. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 611-617, 2009.
- HERINGER, I.; JACQUES, A. V. Á. Adaptação das plantas ao fogo: enfoque na transição floresta – campo. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1085-1090, 2001.
- HODGE, J. E.; HODFREITER, B. T. Analysis and preparation of sugars. In: WHISTLER, R. L.; WOLFROM, M. L. (Ed.). **Methods in carbohydrate chemistry**. New York: Academic Press, 1962. v. 1. p. 356-378.
- KNAPP, A. K. Effect of fire and drought on the ecophysiology of *Andropogon gerardii* and *Panicum virgatum* in a tallgrassprairie. **Ecology**, v. 66, n. 4, p. 1309-1320, 1985.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, n. 148, p. 350-382, 1987.
- MANSOUR, M. M. F.; SALAMA, K. H. A. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 52, n. 2, p. 113-122, 2004.
- McCREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; WENS, H. S. Determination of starch and amylases in vegetables. **Analytical Chemistry**, n. 22, p. 1156-1158, 1950.

- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review Plant Biology*, v. 59, p. 651-681, 2008.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of the somogyi method for the determination of glucose. *Journal Biological Chemistry*, v. 153, p. 375-380, 1944.
- PILLAR, V. D.; ORLOCI, L. **Character-based community analysis**: theory and application program. The Hague: SPB Academic, 1993.
- QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Dinâmica vegetacional em pastagem natural submetida a tratamentos de queima e pastejo. *Ciência Rural*, v. 31, n. 5, p. 863-868, 2001.
- QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. *Ciência e Ambiente*, v. 24, n. 5, p. 109-118, 2002.
- QUADROS, F. L. F.; TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S. A abordagem funcional da ecologia campestre como instrumento de pesquisa e apropriação do conhecimento pelos produtores rurais. In: PILLAR, V. P. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. v. 15, p. 206-209.
- RODRÍGUEZ, H. G.; ROBERTS, J. K. M.; JORDAN, W. R.; DREW, M. C. Growth, water relation, and accumulation of organic and inorganic solutes in roots of maize seedlings during salt stress. *Plant Physiology*, v. 113, n. 3, p. 881-893, 1997.
- ROSITO, J. M.; MARCHEZAN, E.; QUADROS, F. L. F. Seleção de dieta por bovinos em pastagem cultivada em área de várzea. *Ciência Rural*, v. 34, n. 4, p. 1191-1196, 2004.
- SANTOS, B. R. C.; SILVA, M. A.; MEDEIROS, R. B.; BLANCO, C.; SOSINSKI, É.; PILLAR, V. P.; SAIBRO, J. C.; RODRIGUES, R. S. Interação comportamento de pastejo x dinâmica de tipos funcionais em pastagem natural na Depressão Central do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 5, p. 1897-1906, 2006.
- STEUTER, A. A.; MCPHERSON, G. R. Fire as a physical stress. In: BEDUNAH, D. J.; SOSEBEE, R. E. (Ed.). **Wildland plants physiological ecology and developmental morphology**. Denver: Society for Range Management, 1995. p. 550-579.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; SCHNEIDER, P.; NASCIMENTO, P. C. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 49, n. 6, p. 1615-1632, 1979.
- VOGL, R. J. Effects of fire on grasslands. In: KOZLOWSKI, T. T.; AHLGREN, C. E. (Ed.). **Fire and ecosystems**. Madison: Academic Press, 1974. p. 139-182.

Received on October 5, 2009.

Accepted on June 8, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.