

## ÁREA DE TECIDOS DE FOLHAS E CAULES DE *Axonopus scoparius* (FLÜGGE) KUHLM. E *Axonopus fissifolius* (RADDI) KUHLM<sup>1</sup>

LEAVES AND STEM TISSUE AREA OF *Axonopus scoparius* (FLÜGGE) KUHLM.  
AND *Axonopus fissifolius* (RADDI) KUHLM

Lenir Maristela Silva Lima<sup>2</sup> Yedo Alquini<sup>3</sup> Cláudio José Freixeiro Alves de Brito<sup>4</sup>  
Francisco Carlos Deschamps<sup>5</sup>

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar a área ocupada pelos principais tecidos presentes em folhas (lâminas e bainhas) e caules de cultivares das espécies *Axonopus scoparius* e *Axonopus fissifolius*, em dois estádios de desenvolvimento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (seis e vinte semanas de crescimento) e cinco repetições. O tecido vascular lignificado + esclerênquima foi encontrado em maior concentração no limbo e no caule, seguidos pela quilha e bainha. Com a maturidade, houve incremento na deposição de lignina na maior parte dos tecidos estudados de *A. scoparius*, sendo o caule o órgão mais afetado. Isso não foi observado com os cvs. de *A. fissifolius*. A maior área de tecido epidérmico foi encontrada no limbo, representando mais de 20% para os cvs. de *A. scoparius* e cerca de 16% para os de *A. fissifolius*. A maior área de tecido lignificado e epidérmico, presente nas frações foliares de *A. fissifolius*, constitui barreiras adicionais que dificultam a digestibilidade ruminal, em relação às folhas de *A. scoparius*. O tecido parenquimático ocupou grandes áreas (acima de 80%) do caule, principalmente no primeiro corte. Houve redução na participação desse tecido na área total do caule, acompanhada pelo incremento na área de tecido lignificado, com o envelhecimento das plantas. Foi determinado que a anatomia dos diversos órgãos das plantas não permite estabelecer diferenças mais claras entre os cultivares das espécies estudadas.

**Palavras-chave:** anatomia vegetal, forrageiras, gramíneas, lignina, ruminantes.

### SUMMARY

This paper aimed at determining, the area of main tissues of leaves (blade and sheath) and stems of *Axonopus*

*scoparius* and *Axonopus fissifolius* cultivars, during two growing stages. A completely randomized design with two treatments (6 and 20 weeks of growing) and five replicates was used. The vascular lignified+sclerenchyma tissue was found in higher concentration in the limbo and the stem, and next in the keel and the sheath. With maturity, there was an increase in lignin deposition in most tissues of *A. scoparius* studied, and primarily in the stem. This was not observed in *A. fissifolius* cultivars. The largest epidermic tissue area was found in limbo, reaching more than 20% in *A. scoparius* and 16% in *A. fissifolius* cultivars. The greater area of epidermic and lignified tissue present in leaf fractions of *A. fissifolius*, represent additional barriers to ruminal digestion, compared to *A. scoparius* leaves. The parenchymatic tissue occupied a large area of the stem (over 80%), mainly in the first harvest. As grasses became older, the parenchyma area reduced, while the lignified area increased. It was concluded that the anatomy of the several plant organs is not an effective parameter for differentiating between cultivars of *A. scoparius* and *A. fissifolius* species.

**Key words:** forages, grasses, lignin, plant anatomy, ruminants

### INTRODUÇÃO

O gênero *Axonopus* Beauvois é bastante representativo em termos agronômicos. Algumas de suas espécies como *Axonopus scoparius* (capim-imperial) e *A. fissifolius* (grama missioneira) são forrageiras tropicais bastante utilizadas nos bovinos

<sup>1</sup>Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao curso de Pós-graduação em Botânica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

<sup>2</sup>Biólogo, Mestre em Botânica, Professor Assistente, CEFET/PR - UNED/PB, Rodovia PR 469, km 1, 85.503-390, Pato Branco, PR.

<sup>3</sup>Biólogo, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Botânica, UFPR, Curitiba, PR.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo, Mestre em Botânica, Professor Adjunto, UniAndrade, Curitiba, PR.

<sup>5</sup>Médico Veterinário, Doutor, Pesquisador, EPAGRI S.A./UNIVALI, CP 277, 88301-970, Itajaí, SC, Brasil. E-mail: xicodsc@hotmail.com. Autor para correspondência.

de leite, principalmente no Vale do Itajaí e Litoral Norte de Santa Catarina.

Na literatura, são raros os estudos que enfocam a anatomia das espécies do gênero *Axonopus*. ANTON (1986) descreveu aspectos anatômicos da lâmina foliar de *A. scoparius* e *A. fissifolius*, porém, não sob o aspecto da quantificação de tecidos. Mesmo em obras clássicas sobre a anatomia de gramíneas, como a de METCALFE (1960), não incluem estudos com esse gênero.

A análise quantitativa dos tecidos presentes em forrageiras tem sido intensivamente relacionada ao seu valor nutritivo, seja com a digestibilidade (HANNA *et al.*; 1973, AKIN & BURDICK, 1975; WILSON, 1993; WILSON, 1997), com a degradação ruminal (ENGELS & SCHUURMANS, 1992; ALVES DE BRITO *et al.*, 1997a; ALVES DE BRITO *et al.*, 1999; WILSON, 1997) seja com a bromatologia (VENTRELLA, 1995; VENTRELLA *et al.*, 1997a; VENTRELLA *et al.*, 1997b). Dessa forma, a caracterização anatômica das espécies forrageiras e seus órgãos complementa o conhecimento para melhor compreensão dos fatores envolvidos na digestão dessas espécies por ruminantes.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e comparar quantitativamente a organização estrutural de caules e folhas dos cultivares "roxo" e "verde" das espécies de *A. scoparius* e *A. fissifolius*, em dois estádios do desenvolvimento do vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os cultivares "roxo" e "verde" de *A. scoparius* e *A. fissifolius* encontravam-se estabelecidos em parcelas homogêneas de 10 x 25m na Estação Experimental de Itajaí- EPAGRI S/A, em Itajaí-SC (26°54'28"S, 48°39'43"W, 5m.s.m.). O solo (Gley, pouco húmico, distrófico) apresentava pH(smp) = 5,2 e teores de P = 2,2ppm e K = 30,0ppm. Primeiramente, foi realizado um corte de uniformização das plantas em 25/11/1996, quando as parcelas receberam adubação de cobertura com quantidades correspondentes a 150kg/ha de N, 110kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 140kg/ha de K<sub>2</sub>O.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (períodos de crescimento) e 5 repetições cada. Assim, o material botânico foi coletado em duas fases de crescimento (tratamentos), em 06/01/1997 (seis semanas)

e 11/04/1997 (vinte semanas), quando foram selecionadas, aleatoriamente, cinco unidades experimentais de 0,25m<sup>2</sup> (50 x 50cm), cortadas ao nível do solo.

Para os estudos histológicos, foi selecionada uma planta representativa de cada uma das cinco áreas selecionadas, cujas amostras dos órgãos seguiram os parâmetros descritos por ALVES DE BRITO *et al.* (1999). Assim, na primeira coleta, foram retiradas das lâminas e bainhas foliares amostras da porção mediana da terceira lâmina foliar totalmente expandida e de sua respectiva bainha, tomadas a partir do ápice da planta. Na segunda coleta, as amostras foram retiradas da quinta lâmina foliar. Para caules, foram retiradas amostras da porção mediana do entrenó, localizado imediatamente acima da inserção das folhas mencionadas. As amostras foram fixadas em Formol:Ácido acético: Etanol 70% – 5:5:90 (FAA 70%), por 48h e, posteriormente, mantidas em álcool 70% até o processamento final (JOHANSEN, 1940). Para a confecção do laminário, as amostras foram incluídas em glicol metacrilato (GMA) JB4 (Polysciences, Inc.), de acordo com as especificações do fabricante, adotando-se o procedimento descrito por FELDER & O'BRIEN (1968). O seccionamento foi realizado em micrótomo rotatório Spencer 820, com espessura de 5 a 8µm, sendo as secções coradas com Azul de Toluidina diluído em tampão acetato (pH 4,0).

Para o estudo da proporção dos tecidos (anatomia quantitativa), utilizaram-se cinco repetições, sendo as secções transversais, representadas por desenhos esquemáticos das áreas ocupadas pelos diferentes tecidos no caule, na bainha e na lâmina foliar, a qual foi subdividida em região do limbo (asas) e quilha (nervura central). Os desenhos foram efetuados com auxílio de microscópio de projeção BIOTEC/NIKON. Os tecidos mensurados foram separados de acordo com a natureza da parede celular (Figura 1), semelhante à metodologia utilizada por ALVES DE BRITO *et al.* (1999), resultando em: tecido epidérmico = células epidérmicas (exceto tricomas e células buliformes); tecido vascular lignificado + esclerênquima = células com paredes de natureza lignificada presentes nos feixes vasculares e calotas esclerenquimáticas; tecido vascular não lignificado = células constituintes do floema; tecido parenquimático = células parenquimáticas e células buliformes (devido à natureza de suas paredes). A mensuração foi realizada com auxílio de mesa digitalizadora DIGICOM, modelo 1812, acoplada a

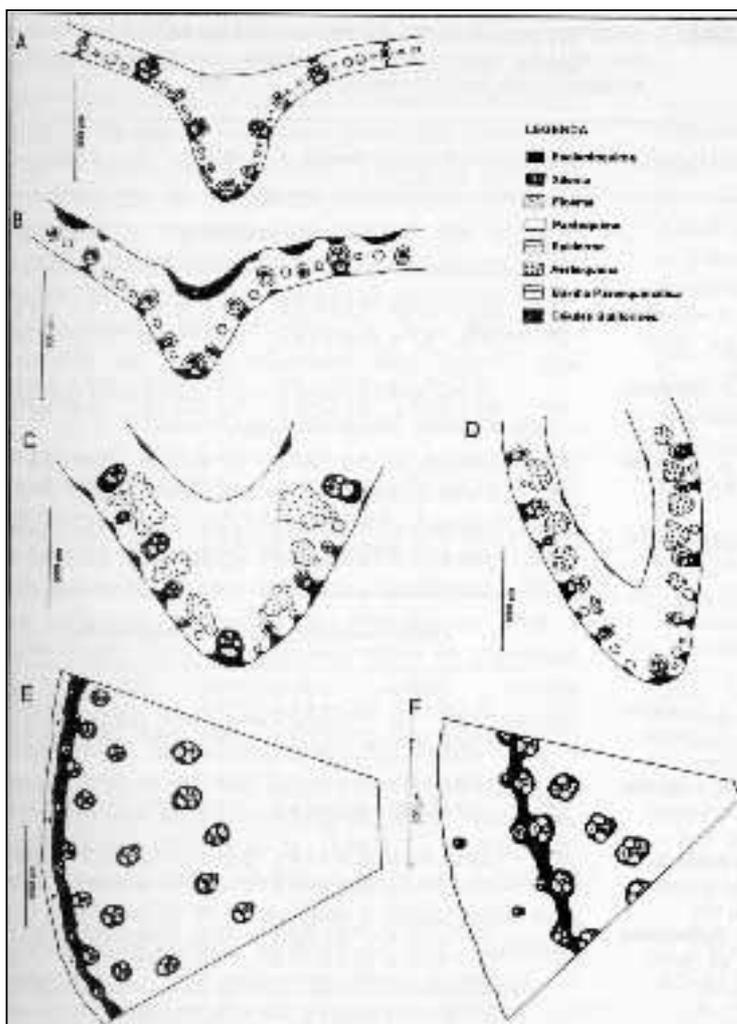


Figura 1 - Representação esquemática de secções transversais. A- Lâmina foliar (limbo + quilha) de *Axonopus scoparius*; B- Lâmina foliar (limbo + quilha) de *A. fissifolius*; C- Bainha foliar de *A. scoparius*; D- Bainha foliar de *A. fissifolius*; E- Caule de *A. scoparius*; F- Caule de *A. fissifolius*. Itajaí (SC), 1997.

microcomputador, utilizando-se o software de planimetria SPLAN, desenvolvido pelo CINAG (Centro de Informática na Agricultura), da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu -SP, como descrito por ALVES DE BRITO *et al.* (1999).

A opção por subdividir a lâmina foliar em região da quilha e limbo foi adotada seguindo a terminologia estabelecida por METCALFE (1960). O aerênquima, quando presente na bainha foliar, foi mensurado e subtraído da área de tecido parenquimático.

Para análise estatística, os resultados correspondentes às porcentagens dos respectivos tecidos foram transformados em  $\text{ARCOSEN} \sqrt{x}$ ,

sendo, posteriormente, submetidos à análise de variância, com as médias sendo comparadas através do Teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área ocupada pelo tecido epidérmico foi maior na região do limbo de *A. scoparius* do que de *A. fissifolius* (Tabela 1). Comparando-se o limbo com a quilha foliar, observou-se que o primeiro apresentou área de tecido epidérmico bem mais pronunciada, assim como descrito por WILSON (1993) para gramíneas em geral. No caule, ambos os cultivares de *A. scoparius* apresentaram maior porcentagem desse tecido do que os cultivares de *A. fissifolius*. Todos os cultivares de ambas as espécies apresentaram incremento na área ocupada pelo tecido epidérmico, em bainhas e caules, com a maturidade (Tabela 1). Já nas frações limbo e quilha foliar, apenas o cv. "verde" de *A. scoparius* apresentou aumento significativo desse tecido, sendo os dados pertinentes aos demais cultivares não significativos. A porcentagem desse tecido, apesar de não apresentar lignificação acentuada, compromete a qualidade da forrageira, pois é considerado de difícil degradação (HANNA *et al.*, 1973; WILSON, 1993; ALVES DE BRITO *et al.*, 1999; WILSON, 1997).

Foi observado que a maturidade das plantas implicou acréscimo significativo na área ocupada pelo tecido vascular lignificado + esclerênquima, nas frações correspondentes ao limbo, bainha foliar e caule, dos cvs. de *A. scoparius* (Tabela 1), o mesmo não sendo observado para os cvs. de *A. fissifolius*, nos quais as áreas de lignificação pouco se alteraram. O elevado desvio padrão encontrado nos dados relativos ao tecido lignificado no caule de *A. scoparius*, na primeira coleta, pode ser decorrência da variação do grau de maturidade dos entrenós, ou a reações inespecíficas de compostos fenólicos abundantes nos primeiros estádios de crescimento das plantas.

A quantidade de tecido vascular lignificado + esclerênquima é superior no limbo, quando comparada à quilha. Mesmo tratando-se de espécies diferentes, esse resultado difere das observações de WILSON (1993), ALVES DE BRITO *et al.* (1997a) e ALVES DE BRITO *et al.* (1999), os quais relatam ser a quilha o órgão que acumula a maior área de tecido lignificado. Algumas diferenças encontradas nestes estudos dizem respeito aos conceitos da quantificação das áreas de tecido, já que WILSON (1993) considerou todo o tecido vascular, enquanto que ALVES DE BRITO *et al.* (1999), trabalhando com capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), consideraram o tecido vascular lignificado + esclerênquima. Provavelmente, essa diferença esteja relacionada ao fato das espécies estudadas neste trabalho apresentarem a quilha menos pronunciada e não possuírem calotas esclerenquimáticas na face adaxial da epiderme, características presentes na maioria das gramíneas. As espécies de *Axonopus* estudadas apresentam a quilha com formato triangular e menos saliente, assemelhando-se anatomicamente ao limbo.

Além do limbo, o caule é o órgão onde a lignificação ocorre de forma mais acentuada. Alguns valores discrepantes foram encontrados para as áreas de lignificação dos cvs. de *A. scoparius*, principalmente na segunda coleta, sem que uma razão mais concreta pudesse ser considerada. De qualquer forma, pode-se considerar que assim como ocorreu no limbo, também no caule a lignificação seja maior na segunda coleta dos cvs. de *A. scoparius*. Isso não foi observado para os cvs. de *A. fissifolius*, cujas áreas de tecido lignificado, embora maiores em termos médios, não apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 1). O acréscimo no percentual da área de tecidos lignificados no caule é mais acentuado do que nas folhas (bainha, limbo e quilha), principalmente em *A. scoparius*, em parte devido à lignificação das células do parênquima fundamental.

A dinâmica de lignificação que ocorre na parede celular de plantas forrageiras pode constituir-se em indicadores para a qualidade delas. Assim, muitos autores têm relacionado o aumento na ligni-

Tabela 1- Média (%) e desvio padrão das áreas ocupadas pelos principais tecidos dos cultivares "verde" e "roxo" de *Axonopus scoparius* e *A. fissifolius*, em duas fases de desenvolvimento. Itajaí (SC), 1997.

Cultivar	Coleta	Limbo	Quilha	Bainha	Caule
Tecido epidérmico					
<i>A. scoparius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	26,1 ± 7,0 a <sup>1</sup>	5,8 ± 3,2 b	3,1 ± 0,7 b	1,2 ± 0,3 b
	2 <sup>a</sup>	20,2 ± 2,5 a	10,4 ± 1,4 a	4,5 ± 0,7 a	1,7 ± 0,2 a
<i>A. scoparius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	25,3 ± 3,6 a	5,7 ± 2,7 b	2,2 ± 0,5 c	1,0 ± 0,2 b
	2 <sup>a</sup>	23,7 ± 1,3 a	7,6 ± 2,8 b	3,6 ± 0,4 b	1,7 ± 0,1 a
<i>A. fissifolius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	13,8 ± 1,7 a	9,6 ± 4,2 a	5,3 ± 0,7 b	1,0 ± 0,2 b
	2 <sup>a</sup>	17,9 ± 4,3 a	7,2 ± 3,6 a	8,3 ± 1,2 a	2,0 ± 0,1 a
<i>A. fissifolius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	16,7 ± 5,1 a	5,9 ± 1,5 a	5,8 ± 1,5 b	1,0 ± 0,4 b
	2 <sup>a</sup>	17,9 ± 3,0 a	4,6 ± 1,3 a	6,7 ± 1,6 a	1,9 ± 0,3 a
Tecido vascular lignificado + esclerênquima					
<i>A. scoparius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	17,6 ± 1,0 b	10,2 ± 1,0 a	7,9 ± 1,2 b	13,5 ± 11,6 b
	2 <sup>a</sup>	19,7 ± 1,6 a	12,0 ± 2,7 a	9,2 ± 1,4 a	34,6 ± 3,4 a
<i>A. scoparius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	16,4 ± 1,7 b	10,3 ± 1,3 a	5,1 ± 0,7 c	9,3 ± 11,8 b
	2 <sup>a</sup>	19,5 ± 2,8 a	9,6 ± 1,4 a	7,2 ± 0,5 b	37,1 ± 2,8 a
<i>A. fissifolius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	22,3 ± 1,8 a	14,7 ± 4,4 a	11,1 ± 1,7 a	15,9 ± 2,5 a
	2 <sup>a</sup>	21,7 ± 2,2 a	16,2 ± 4,3 a	11,5 ± 1,8 a	19,8 ± 5,1 a
<i>A. fissifolius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	20,9 ± 1,2 a	13,2 ± 2,2 a	11,2 ± 1,0 a	16,6 ± 3,2 a
	2 <sup>a</sup>	21,8 ± 1,1 a	12,1 ± 2,1 a	9,7 ± 1,5 a	18,9 ± 1,9 a
Tecido parenquimático					
<i>A. scoparius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	59,7 ± 6,0 a	82,8 ± 4,8 a	73,8 ± 8,9 a	83,2 ± 11,6 a
	2 <sup>a</sup>	55,5 ± 5,3 a	76,5 ± 3,4 a	54,8 ± 11,2 b	61,1 ± 3,5 b
<i>A. scoparius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	56,0 ± 4,8 a	80,3 ± 2,5 a	60,8 ± 7,9 b	87,6 ± 11,4 a
	2 <sup>a</sup>	52,3 ± 4,1 a	81,9 ± 3,3 a	53,6 ± 6,4 b	57,5 ± 2,9 b
<i>A. fissifolius</i> cv. "verde"	1 <sup>a</sup>	64,2 ± 6,4 a	74,3 ± 7,3 a	53,9 ± 3,3 b	82,1 ± 2,7 a
	2 <sup>a</sup>	58,1 ± 3,6 a	74,9 ± 8,7 a	45,5 ± 3,0 c	72,1 ± 5,9 b
<i>A. fissifolius</i> cv. "roxo"	1 <sup>a</sup>	62,6 ± 7,0 a	79,1 ± 3,2 a	61,9 ± 4,4 a	82,6 ± 5,2 a
	2 <sup>a</sup>	58,4 ± 3,1 a	82,3 ± 2,1 a	53,0 ± 2,5 b	73,1 ± 4,9 b

<sup>1</sup>Médias não seguidas por mesma letra na coluna e dentro do tecido de cada espécie diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade do erro.

ficação dos tecidos, que ocorre com a maturidade de gramíneas, com a conseqüente redução na digestibilidade das forragens por ruminantes (AKIN, 1979; HACKER & MINSON, 1981; CHERNEY & MARTEN, 1982; WILSON, 1993; ALVES DE BRITO *et al.*, 1997b; ALVES DE BRITO *et al.*, 1999).

Analisando-se os dados das espécies em estudo, pode-se verificar que *A. scoparius* possui maior quantidade de tecidos lignificados no caule maduro do que *A. fissifolius*, perdendo, porém, nas frações limbo e quilha foliar (Tabela 1). Entre os cultivares de *A. scoparius*, não houve diferença significativa, constatando-se, apenas, um aumento significativo na porcentagem desse tecido em todas as frações, com exceção da quilha, com a maturidade da planta. Entre os cultivares de *A. fissifolius*, também não houve diferença significativa, nem mesmo com as idades, em todas as frações.

A porcentagem do tecido parenquimático é maior na quilha do que no limbo, semelhante às observações descritas para outras gramíneas por WILSON (1993), ALVES DE BRITO *et al.* (1997a) e ALVES DE BRITO *et al.* (1999). Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre os cultivares de ambas as espécies ou com a maturidade. Na bainha foliar, todos os cultivares apresentaram decréscimo, quase sempre significativo, na porcentagem de parênquima, estando tal fato diretamente relacionado com o aumento da área das lacunas de origem lisígena (aerênquima), localizadas entre os feixes vasculares. ALVES DE BRITO *et al.* (1997b) e ALVES DE BRITO *et al.* (1999) também fizeram tal constatação em cultivares de *P. purpureum* e relacionaram essa característica com o aumento na área degradada desse órgão por microorganismos ruminais de bovinos, mesmo com a maturidade do vegetal.

O tecido vascular não lignificado (floema) praticamente manteve-se estável na folha e caule, ocupando freqüentemente menos de 2% da área de tecidos em seção transversal, assim como descrito por WILSON (1993), e, por esse motivo, não se encontram representados na tabela 1.

Na folha (limbo, quilha e bainha), as alterações em relação à área ocupada pelos tecidos são pouco representativas (WILSON, 1976; CHERNEY & MARTEN, 1982; WILSON, 1993). Entretanto, ao se observar o desenvolvimento das paredes celulares dos diversos tecidos, é possível constatar que a maturidade do vegetal resultou no espessamento e lignificação delas. No presente trabalho, não foram quantificadas as respectivas medidas referentes ao incremento na espessura, bem como suas possíveis implicações para a anatomia. A mensuração desta espessura parietal deve ser realizada em estudos futuros, para que seja mais eficiente o estabelecimento de possíveis relações entre anatomia quantitativa e bromatologia.

## CONCLUSÕES

O caule de *Axonopus scoparius* é o órgão onde ocorre o maior incremento na área de tecidos lignificados.

A lignificação dos tecidos aumenta com a maturidade do limbo e do caule de *Axonopus scoparius*, o que não ocorre com *Axonopus fissifolius*.

A área ocupada pelos tecidos lignificados, nas regiões do limbo e quilha de *Axonopus fissifolius*, é maior do que a presente nos cvs. de *Axonopus scoparius*. Os cultivares, em ambas as espécies estudadas, não podem ser diferenciados baseando-se nos parâmetros anatômicos utilizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKIN, D.E. Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms - a review. **Journal of Animal Science**, v.48, n.3, p.701-710, 1979.
- AKIN, D.E., BURDICK, D. Types in tropical and temperate grass leaf blades and degradation of tissues by rumen microorganisms. **Crop Science**, v.15, p.661-668, set./out., 1975.
- ALVES DE BRITO, C.J.F., ALQUINI, Y., RODELLA, R.A., *et al.* Alterações histológicas de três ecotipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), após digestão *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora : SBZ, 1997** v.2, p.12-14. 369p.
- ALVES DE BRITO, C.J.F., ALQUINI, Y., RODELLA, R.A., *et al.* Perfil anatômico dos tecidos de três ecotipos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora : SBZ, 1997b**. v.2, p.09-11. 369p.
- ALVES DE BRITO, C.J.F., RODELLA, R.A., DESCHAMPS, F.C., *et al.* Anatomia quantitativa e degradação *in vitro* de tecidos em cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, 223-229, 1999.
- ANTON, A.M. Contribucion al conocimiento de la anatomia foliar do gênero *Axonopus* (Poaceae). **Darwiniana**, v.27, n.1-4, p.157-168, 1986.
- CHERNEY, J.H., MARTEN, G.C. Small grain crop forage potential: II. Interrelationships among biological, chemical, morphological and anatomical determinants of quality. **Crop Science**, v.22, p.240-243, 1982.
- ENGELS, F.M., SCHUURMANS, J.L.L. Relationship between structural development of cell walls and degradation of tissues in maize stems. **Journal of Science Food Agriculture**, v.59, p.45-51, 1992.
- FELDER, N., O'BRIEN, T.P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, v.55, n.1, p.123-142, 1968.

- HACKER, J.B., MINSON, D.J. The digestibility of plant parts. **Herbage Abstracts**, v.51, n.9, p.459-482, set., 1981.
- HANNA, W.W., MONSON, W.G., BURTON, G.W. Histological examination of fresh forage leaves after in vitro digestion. **Crop Science**, v.13, p.98-102, jan-fev., 1973.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York : McGraw Hill Book, 1940. 523p.
- METCALFE, C.R. **Anatomy of monocotyledons - I-Gramineae**. Oxford : Clarendon, 1960. 731p.
- VENTRELLA, M.C. **Anatomia quantitativa e composição bromatológica de folha e caule de três espécies de *Cynodon Rich.*** Botucatu, 1995. 127p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas - Botânica) - Instituto de Biociências, UNESP, 1995.
- VENTRELLA, M.C., RODELLA, R.A, COSTA, C. *et al.* Anatomia e bromatologia de espécies forrageiras de *Cynodon Rich.* I. Folha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora : SBZ, 1997. v.2, p.3-5. 369p.
- VENTRELLA, M.C., RODELLA, R.A, COSTA, C. *et al.* Anatomia e bromatologia de espécies forrageiras de *Cynodon Rich.* II. Caule. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora : SBZ, 1997b. v.2, p.6-8. 369p.
- WILSON, J.R. Variation of leaf characteristics with level of insertion on a grass tiller. II. Anatomy. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.27, p.355-364, 1976.
- WILSON, J.R. Organization of forage plant tissues. In: JUNG, H.G, BUXTON, D.R., HATFIELD, R.D., RALPH, J. **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p.1-32.
- WILSON, J.R. Structural and anatomical traits of forages influencing their nutritive value for ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa : SBZ, 1997. p.171-208. 472p.

**Ciência Rural, v. 31, n. 3, 2001.**