

AVALIAÇÃO AMOSTRAL DE COMPONENTE FORRAGEIRO EM SISTEMAS SILVIPASTORIS

Miroslava Rakocevic, Osmir José Lavoranti, Flávia Camargo de Oliveira, Moacir José Sales Medrado

Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira km 11, 83411-000 Colombo, mima@cnpf.embrapa.br, osmir@cnpf.embrapa.br,
flc_oliveira@yahoo.com.br, medrado@cnpf.embrapa.br

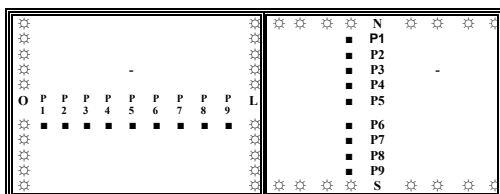
1 Introdução

Diferentes desenhos para um mesmo experimento podem levar a diferentes conclusões quando o objetivo é avaliar competições intra e interespecíficas por recursos, em plantios consorciados (Cruz e Soussana, 1997). Em sistemas silvipastoris (SSP) esta preocupação é essencial já que pode existir uma grande heterogeneidade de parâmetros de produção da componente forrageira. Medições desses parâmetros em pastagens normalmente são realizadas traçando-se diagonais ou através de pontos aleatórios. O objetivo deste trabalho foi comparar e discutir resultados de produção de matéria seca (MS), de umidade do solo e de parâmetros ecofisiológicos, obtidos através de diferentes abordagens metodológicas de amostragem (diferentes orientações de renques arbóreos) utilizadas para avaliar a competição intra e interespecífica por luz e água em um sistema silvipastoril com *Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich. e *Corymbia citriodora* Hook.

2 Material e métodos

O sistema silvipastoril estudado foi implantado no município de Tamboara, Noroeste do Paraná, em 1990, em uma área de 70 hectares, envolvendo a associação de eucalipto (*C. citriodora*) com braquiária (*B. brizantha*) usada com pastoreio rotacional por bovinos adultos (raça nelore). As árvores foram implantadas acompanhando terraços obedecendo a curvas em nível. Foram estudadas três áreas (A) de 3000 m² cada, diferenciadas com relação à disponibilidade de luz: controle (C) sem árvores, e outras duas, cada uma com dois renques arbóreos (espaçamento de 30 m entre os renques) dispostos nos sentidos Norte-Sul (N-S) e Leste-Oeste (L-O). As áreas avaliadas foram delimitadas por cercas as quais foram fechadas no mês de julho de 2002.

As medições de produção de MS da braquiária foram realizadas em 2002 no início de setembro (acúmulo de MS de inverno) e no início de outubro, quando as árvores tinham 26 metros de altura e 32 centímetros de diâmetro (DAP). Parâmetros ecofisiológicos (fotossíntese líquida – Pn, condutância estomática - CS, transpiração – Tr, fluxo de fótons da radiação fotossinteticamente ativa – PPFD, temperatura do ar – Ta, temperatura da folha – Tf) e umidade do solo (US) foram medidos somente no início de outubro de 2002. Os pontos (P) de amostragem foram estabelecidos em transecto (T) perpendicular aos renques com 9 pontos (P1-P9) distanciados 3m um do outro. Foram efetuadas 3 subamostras por ponto para análise de MS com 0,05m² cada. As medições dos parâmetros ecofisiológicos foram efetuadas nas últimas folhas completamente desenvolvidas, com cinco repetições, três ao meio-dia, uma no início e outra no fim do dia, utilizando LICOR 6200.



A produção de MS e os parâmetros ecofisiológicos foram avaliados através da análise de variância do modelo inteiramente ao acaso, com esquema fatorial dos tratamentos (área, período e transecto) e pelo método de Ward (1963). Este método busca unir os tratamentos formando agrupamentos os mais homogêneos possíveis. A medida de homogeneidade utilizada baseia-se na partição da soma de quadrados total da análise de variância. Para cada variável isoladamente, a partição da soma de quadrados totais foi dada por:

$$SQT(\ell) = SQE(\ell) + SQD(\ell) \quad \rightarrow \quad \sum_{j=1}^k \sum_{i \in G_j} (X_{i\lambda} - \bar{X}_\lambda)^2 = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_{j\lambda} - \bar{X}_\lambda)^2 + \sum_{j=1}^k \sum_{i \in G_j} (X_{i\lambda} - \bar{X}_{j\lambda})^2$$

em que, $SQT(\ell)$ denota a soma de quadrados total da variável ℓ , $SQE(\ell)$ a soma de quadrados entre grupos da variável ℓ , $SQD(\ell)$ a soma de quadrados dentro de grupo da variável ℓ , G_j é o conjunto que indica os elementos do grupo j , n_j é o número de elementos do grupo j , \bar{X}_λ sendo a média da variável X_ℓ e $\bar{X}_{j\lambda}$ é a medida da variável ℓ no grupo j . Nessa partição, $SQD(\ell)$ mede o grau de homogeneidade interna dos grupos em relação a X_ℓ , enquanto que $SQE(\ell)$ mede o grau de heterogeneidade entre os grupos. A melhor partição para X_ℓ é aquela que minimiza $SQD(\ell)$ e, conseqüentemente maximiza $SQE(\ell)$. Considerando todas as variáveis

simultaneamente define-se a soma de quadrados da partição como: $SQDP = \sum_{\lambda=1}^p SQD(\lambda)$ em que p é o número de variáveis avaliadas no experimento (MS, Pn, CS, Tr, PPFD, Ta, Tf e US – 8 variáveis).

3 Resultados e discussão

O presente experimento foi estabelecido como aditivo - substitutivo (Cruz e Soussana, 1997), no qual uma espécie (braquiária) é inserida dentro de uma implantação de outra espécie (eucalipto). Desta maneira a densidade total do sistema aumenta sendo acrescida uma competição interespecífica com relação à nutrição, à radiação e à disponibilidade de água.

Tabela 1. Produção da matéria seca (t/ha) de *Brachiaria brizantha* em um SSP. Intervalos de confiança para a média ($\alpha = 0,05$) e análise de variância.

Transecto	Áreas					
	Norte → Sul		Leste → Oeste		Controle	
	Setembro	Outubro	Setembro	Outubro	Set	Out
P1	4,55±0,46	12,64±3,44	3,88±0,29	7,76±1,95		
P2	4,02±0,34	14,34±2,16	4,84±0,55	6,54±0,40		
P3	5,76±1,27	10,19±1,26	7,26±0,07	7,70±0,30		
P4	5,25±0,28	12,43±4,13	4,32±0,31	5,88±2,09		
P5	3,41±0,52	7,58±1,98	8,18±0,93	6,20±0,80		
P6	4,80±0,41	12,30±3,23	5,99±0,57	8,87±1,97	5,15	15,11
P7	4,17±0,47	10,83±2,45	5,04±0,42	8,66±1,19	±0,99	±0,97
P8	4,90±0,39	13,15±3,85	5,81±0,37	6,10±1,08		
P9	3,91±0,26	8,40±1,12	3,10±0,42	8,07±1,28		
Médias	4,53±0,21	11,32±0,88	5,38±0,33	7,31±0,44		
Fonte de Variação	GL	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	Valor de F	Pr > F	
Áreas (A)	(1)	67,28	67,28	8,87	0,0039	
Épocas (E)	1	617,88	617,88	81,44	< 0,0001	
Transecto (T)	8	42,79	5,35	0,70	0,6862	
AxE	(1)	159,42	159,42	21,01	< 0,0001	
AxT	8	77,96	9,74	1,28	0,2644	
ExT	8	63,66	7,96	1,05	0,4079	
AxExT	(8)	44,29	5,53	0,73	0,6648	
Erro	76	576,64	7,59			

Em relação às áreas (A) e épocas (E) foram detectadas diferenças significativas ($p < 0,001$) para produção de MS (tabela 1). O efeito da época de amostragem foi responsável pela maior parte da variação dos tratamentos, seguida pelo efeito da interação AxE. As interações AxE significativas indicam que a quantidade de MS nas épocas tem comportamento diferenciado dentro das áreas estudadas. Na época de inverno a acumulação de MS foi maior na orientação L-O, enquanto na primavera em N-S, com maior acúmulo na primavera na área aberta. Na literatura referente a sistemas agroflorestais encontram-se descrições de amostragens de MS que não abrangem a heterogeneidade espaço - temporal do sistema quando consideram o aspecto mais geral (Carvalho et al, 2002) e outras que abrangem esta heterogeneidade avaliando a competição interespecífica (Righi et al, 2002; Rakocevic e Ribaski, 2003).

Tabela 2. Fotossíntese líquida (Pn), condutância estomática (CS), transpiração (Tr), temperatura de ar (Ta), temperatura de folhas (Tf) e umidade de solo para *Brachiaria brizantha* em um SSP. Intervalos de confiança para a média ($\alpha = 0,05$).

T	NORTE → SUL						
	Pn $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	CS $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Tr $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	PPFD $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Ta (°C)	Tf (°C)	US
P1	12,20±4,14	0,11±0,03	2,67±0,94	694±297	29,89±1,39	30,54±1,60	8,05±1,40
P2	8,39±2,41	0,12±0,02	3,01±0,74	715±350	30,01±1,64	30,55±2,15	7,25±0,91
P3	13,14±5,92	0,19±0,06	4,27±0,16	756±374	30,21±1,84	30,93±2,25	8,99±0,83
P4	12,93±4,47	0,17±0,04	4,15±0,13	838±370	30,38±1,81	31,30±2,20	9,36±0,20
P5	12,41±3,42	0,16±0,02	3,98±0,78	762±362	30,50±1,79	31,12±2,24	11,10±0,18
P6	14,23±4,44	0,18±0,02	4,20±0,96	680±297	30,40±1,85	30,76±2,05	11,980,94
P7	17,40±5,85	0,19±0,04	4,53±1,22	823±359	30,41±1,73	31,10±2,20	11,61±1,87
P8	12,45±4,86	0,18±0,05	3,88±1,12	571±285	30,31±1,55	30,46±1,66	13,09±3,51
P9	13,75±3,02	0,19±0,04	3,49±0,69	237±73	29,87±1,42	29,40±1,03	6,75±0,21
M	12,99±1,37	0,17±0,01	3,80±0,34	675±100	30,22±0,51	30,68±0,60	9,80±0,59
T	LESTE → OESTE						
T	Pn $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	CS $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Tr $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	PPFD $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Ta (°C)	Tf (°C)	US
P1	13,01±2,73	0,15±0,03	3,46±0,61	436±139	29,01±1,78	29,28±1,91	6,85±0,26
P2	12,10±3,51	0,14±0,02	3,13±0,49	550±237	28,98±1,57	29,37±1,74	5,47±0,96
P3	14,38±3,46	0,15±0,02	3,59±0,51	799±303	29,39±1,60	30,11±1,89	7,29±1,47
P4	14,59±5,79	0,17±0,06	3,98±0,96	655±313	29,52±1,64	29,78±1,80	11,622,08
P5	8,35±1,38	0,11±0,02	3,12±0,66	755±369	30,13±1,76	30,92±2,29	9,67±0,88
P6	17,63±5,28	0,21±0,06	4,73±0,11	777±243	30,08±1,77	30,60±1,98	9,14±0,42
P7	15,74±3,86	0,16±0,02	4,92±0,74	1047±355	30,56±1,51	31,79±2,13	7,37±0,91
P8	15,25±4,75	0,21±0,07	5,00±1,27	918±333	30,78±1,34	31,32±1,99	5,88±0,37
P9	8,92±1,85	0,18±0,07	3,80±0,87	699±276	30,74±1,96	31,31±2,21	6,86±2,70
M	13,33±1,25	0,16±0,01	3,97±0,28	738±92	29,91±0,54	30,50±0,62	7,80±0,53
C	24,38±3,41	0,31±0,05	6,21±0,52	1330±210	30,56±1,25	31,51±1,50	10,21±0,96

Analisando os parâmetros ecofisiológicos e US, a presença de variabilidade entre áreas e transectos, somente foi detectada para a umidade do solo, sendo os contrastes, C versus N-S e L-O ($p < 0,0047$) e N-S versus L-O ($p < 0,0120$) e o efeito dos transectos ($p < 0,0185$) significativos e o efeito da interação AxT ($p < 0,1137$) não significativo (tabela 2) para todos os outros. Isso mostra o comportamento diferenciado dos transectos dentro das duas orientações (N-S e L-O) e semelhante entre as duas orientações, mas diferenciadas do Controle. Os parâmetros ecofisiológicos não apresentaram diferenças significativas, porém pode-se observar uma maior variabilidade para fotossíntese e radiação, sendo a assimilação (Pn) diretamente influenciada pela radiação. A heterogeneidade de radiação atingindo a braquiária no sistema ocorre devido à presença das árvores, ocasionando competição interespecífica por luz. O alto coeficiente de variação da radiação nesse

experimento foi devido aos distintos horários de medições. Como as temperaturas das folhas e do ar não variaram nos transectos, a transpiração também não variou.

Através da análise multivariada observou-se que os transectos tiveram níveis diferentes de homogeneidade particionando-se em diferentes grupos (figura 1) o que mostra uma necessidade de estratificação amostral, considerando tanto as épocas, quanto as áreas (orientações) e pontos de amostragem nos transectos. Considerando que as variações de produção e de parâmetros ecofisiológicos podem também ter causa em variação de múltiplas condições de solo (não avaliadas nesse estudo), a abordagem amostral adotada que considerou fatores de distribuição temporal e espacial melhorou a acurácia e precisão do componente forrageiro desse sistema silvipastoril.

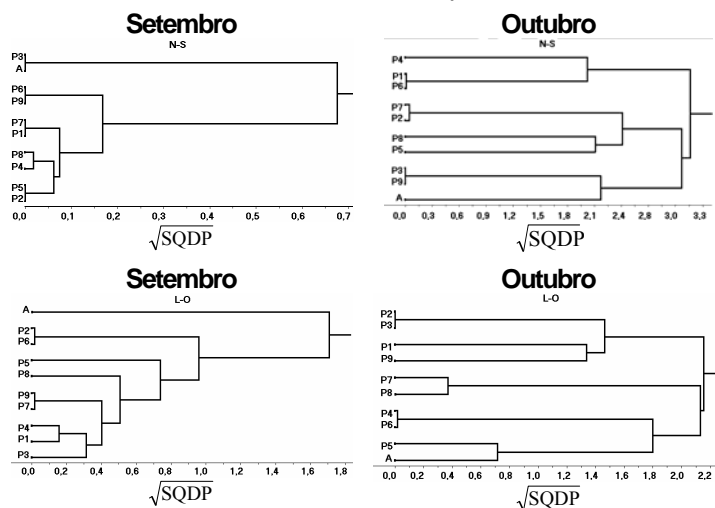


Figura 1. Medida de homogeneidade da soma de quadrados total de braquiária em um SSP.

4 Conclusões

É importante que os fatores temporal e espacial sejam considerados na análise de produção e de funcionamento fisiológico de espécies consorciadas, para que possam ser efetuadas comparações confiáveis.

Agradecimentos: IICA (financiamento da consultoria de Miroslava Rakocevic na Embrapa Florestas), Jorge Ribaski, Guilherme Erthal Risi e EMATER-Paraná pelo apoio e ajuda técnica e Sérgio Perin, o proprietário.

5 Referências Bibliográficas

- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; FREITAS, V. de P.; VERNEQUE, R. da S. Sustentabilidade de uma pastagem arborizada de *Brachiaria decumbens* em solo de baixa fertilidade natural. In: CONGRESSO BRASILEIRO [DE] SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus, BA. **Sistemas Agroflorestais, Tendências da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento da Vida e Sustento de Vida: anais.** Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-ROM.
- CRUZ, P., SOUSSANA J. F. Mixed Crops. In: LEMAIRE, G. **Diagnosis of the nitrogen status in crops.** Berlin: Springer-Verlag, 1997. p. 131-145.
- RAKOCEVIC, M.; RIBASKI, J. The efficiency of *Brachiaria brizantha* Hochst. ex A. Rich., in a silvipastoral system in Southern Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE: Natural and Socio-Economic Effects of Erosion Control in Mountainous Regions, 2002, Belgrade, YU. **Proceedings...** Belgrade,: Faculty of Forestry, 2003. p. 323-332. Edited by Miodrag Zlatic, Stanimir Kostadinov and Nada Dragovic.
- RIGHI, C. A.; BERNARDES, M. S.; TERAMOTO, E. R. Competição por água e nutrientes em um sistema agroflorestal de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell Arg.) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO [DE] SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus, BA. **Sistemas Agroflorestais, Tendências da Agricultura Ecológica nos Trópicos: Sustento da Vida e Sustento de Vida: anais.** Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD-ROM.
- WARD, J. H. Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 236-244, 1963.