



DPD-Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento



Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

Desenvolvimento do Sistema Radicular de Forrageiras e da Soja em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária no Arenito Paranaense¹

Julio Cezar Franchini², Eleno Torres², Fernando Sichiari³

1 **Resumo submetido e apresentado na FertBio 2008, setembro 2008.**

2 Pesquisadores da Embrapa Soja, e-mail: franchin@cnpso.embrapa.br

3 Engenheiro Agrônomo, Estância JAE, Santo Inácio, PR

Resumo: Esse trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento radicular de espécies forrageiras e da soja semeada em sucessão, a produção de massa seca das forrageiras no momento do semeadura da soja e seus reflexos na produtividade da soja em sistemas de integração lavoura-pecuária, no Arenito Caiuá. O sistema com *Panicum maximum* + *Brachiaria ruzizienses* se destacou tanto, pela produção de massa seca da parte aérea quanto pelo desenvolvimento radicular. O sistema radicular nesse tratamento apresentou área radicular e comprimento de raízes, 30% e 23%, respectivamente, maior do que a média dos demais tratamentos. Da mesma forma, a massa seca na semeadura da soja foi de 7365 kg/ha superando em 11% a média dos demais tratamentos. A soja, por outro lado, apresentou maior área radicular e comprimento de raízes, 30% e 39%, respectivamente, no tratamento com *B. ruzizienses*, apenas. Acompanhando o desenvolvimento radicular, a soja apresentou nesse tratamento, produtividade de 3426 kg/ha, 11% maior do que a média dos demais tratamentos. Os resultados indicam que apesar da maior produção de forragem e raízes no sistema *P. maximum* + *B. ruzizienses* a presença de apenas *B. ruzizienses* foi mais favorável ao desenvolvimento radicular e produtividade da soja. As interações entre forrageiras tropicais e a soja em sistemas de integração lavoura-pecuária vão além das quantidades de material vegetal produzido, indicando sinergismo entre espécies, no caso da soja e *B. ruzizienses*.

Palavras-chave: sobressemeadura, solos arenosos, *Panicum maximum*, *Brachiaria ruzizienses*.

Development of the Root Systems of Forage Plants and of Soybean in Agro Pastoral Systems in the "Arenito Paranaense"¹

Abstract: The objective of this study was to evaluate the development of the root systems of forage species and of soybean grown in succession, dry matter yield of the forage species at the time of soybean planting, and their effects on soybean yield in agro pastoral systems in the "Arenito Caiuá", in the State of Paraná, Brazil. The best results for dry matter yield root development were observed in the system with *Panicum maximum* + *Brachiaria ruzizienses* grasses. Root surface and root length in this system were 30% and 23% higher, respectively, than the average of all other treatments. The dry matter yield at the time of soybean planting was 7,365 kg/ha, a value 11% above the average of all other treatments. Root area and length of the soybean, on the other hand, were 30% and 39% higher, respectively, with *B. ruzizienses* alone. In agreement with the improved root development, soybean yielded 3,426 kg/ha, a value 11% above the average of all other treatments. The results indicate that despite the increased production of forage and roots in the system *P. maximum* + *B. ruzizienses* the presence of only *B. ruzizienses* was better for soybean root development and productivity. The interactions between tropical forage and soybean is not related to quantities of plant material produced, indicating synergism between species, in the case of soybeans and *B. ruzizienses*.

Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

Keywords: overseeding, sandy soils, *Panicum maximum*, *Brachiaria ruzizienses*.

Introdução

O plantio direto tem sido amplamente adotado no Brasil, contribuindo para a preservação ambiental e a sustentabilidade da produção agrícola. Os principais benefícios do plantio direto são a manutenção da cobertura do solo e a preservação ou aumento da matéria orgânica. Além da cobertura do solo, o crescimento do sistema radicular tem grande importância para o aumento do reservatório de água disponível durante os períodos de estresse hídrico, cada vez mais frequentes durante o ciclo de produção das culturas de verão. A rotação de culturas com espécies forrageiras no sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, pode contribuir para aumentar a cobertura do solo e o desenvolvimento radicular das culturas de grãos no verão, particularmente a soja. Esse efeito pode ser atribuído a maior produção de resíduos vegetais e raízes por espécies forrageiras, melhorando a estrutura e a capacidade de armazenamento de água do solo, o que aumenta a eficiência de seu uso. Neste contexto este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento radicular de forrageiras e da soja semeada em sucessão, a produção de massa seca das forrageiras no momento da semeadura da soja e seus reflexos na produtividade da soja em sistemas de integração lavoura-pecuária no Arenito Caiuá.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido na área experimental localizada na Estância JAE, no município de Santo Inácio, PR. Algumas características químicas e a textura do solo são apresentadas na Tabela 1. As avaliações foram realizadas no quarto ciclo de integração lavoura-pecuária, durante o período de primavera/verão (Outubro a Março), na safra 2006/2007, em quatro tratamentos de safrinha forrageira, com duas repetições. Os tratamentos foram estabelecidos em parcelas de 1,5 ha e constituídos das seguintes espécies forrageiras: *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (BZ), *B. ruzizienses* (RZ), *Panicum maximum* cv. Tanzânia + *B. ruzizienses* (TZ-RZ) e *P. maximum* cv. Tanzânia (TZ). As espécies forrageiras foram estabelecidas por sobressemeadura, no estádio R5, da cultura da soja, safra 2005/2006. Foram utilizadas sementes suficientes para a obtenção de 400 pontos de valor cultural por ha. As forrageiras foram pastejadas durante o inverno para a produção de leite. No início de outubro os animais foram retirados da área para a recuperação das forrageiras. No início de novembro as forrageiras foram dessecadas com a aplicação de 4 litros de glifosato por ha. A soja (BRS 184) foi semeada em 28/11/2006, com espaçamento de 0,45cm, como cultura de verão, utilizando o sistema de plantio direto. A massa seca de resíduos foi amostrada no dia da semeadura da soja utilizando quatro amostragens por parcela, em áreas de 0,5 m². O sistema radicular das espécies forrageiras e da soja foi avaliado em trincheiras de 90 cm de largura por 100 cm de profundidade, sendo avaliadas quatro trincheiras por tratamento. O sistema radicular foi avaliado no sentido perpendicular à cultura, em regiões de 22,5 x 25 cm, abrangendo a área total de 90 cm de largura por 100 cm de profundidade. Para obtenção de imagens adequadas, o contraste das raízes com o solo foi aumentado pela pintura das raízes com tinta de cor branca. As imagens foram obtidas com câmara digital e tratadas no programa Adobe Photoshop até obtenção de arquivos em preto e branco, no formato tif. Os arquivos foram avaliados no programa Delta-T Scan e as raízes estimadas quanto à área, o diâmetro e o comprimento. A metodologia utilizada para a avaliação das raízes foi adaptada a partir daquela apresentada por Crestana et al. (1994). No caso da soja, também foi avaliada a massa de raízes. Para isso, após a tomada das imagens, as regiões de 22,5 x 25 cm foram extraídas do perfil de solo com a espessura de 5 cm e acondicionadas em sacos plásticos. A mistura de solo e raízes foi transferida para laboratório e peneirada em água até a recuperação das raízes. As raízes foram secas em estufa e os resultados expressos em Mg ha⁻¹ de massa seca. O

Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

sistema radicular das forrageiras foi avaliado antes da dessecação (30/10/2006) enquanto o da soja foi avaliado no estágio de pleno florescimento (R3) (05/03/2007). A produção de soja foi avaliada em duas áreas de 5 m de largura por 5 m de comprimento (10 linhas de 5 metros) em cada parcela.

Resultados e Discussão

Os parâmetros relacionados ao desenvolvimento do sistema radicular das forrageiras e da soja são apresentados na Tabela 2. A produção de massa seca da parte aérea das forrageiras no plantio da soja e a produtividade da soja são apresentadas na Tabela 3. O sistema radicular das forrageiras e da soja se concentrou principalmente na camada superficial do solo (0-25 cm), com valores variando entre 59 e 71% para as forrageiras e entre 56 e 68 % para a soja. Considerando o somatório de todas as camadas, o sistema TZ-RZ se destacou tanto pela produção de massa seca da parte aérea quanto pelo desenvolvimento radicular (Tabelas 2 e 3). O sistema radicular nesse tratamento apresentou área radicular e comprimento de raízes, 30% e 23%, respectivamente, maior do que a média dos demais tratamentos (Tabela 2). Da mesma forma, a massa seca no plantio da soja, neste tratamento, foi de 7365 kg/ha superando em 11% a média dos demais tratamentos (Tabela 3). Não foram observadas diferenças quanto ao diâmetro radicular das espécies forrageiras, embora os valores mínimos sempre tenham sido observados no tratamento RZ (Tabela 2). A soja, por outro lado, quando consideradas as médias de todas as camadas de solo, apresentou maior área radicular e comprimento de raízes, 30% e 39%, respectivamente, no tratamento RZ.

O Quando consideradas as médias por camada de solo esse efeito foi significativo na camada superficial para a área e o comprimento e na camada de 50-75 cm, para o comprimento. Em relação ao diâmetro radicular foram observadas reduções nesse parâmetro nos tratamentos onde a *B. ruziziensis* estava presente (RZ e TZ-RZ), sendo esse efeito significativo em relação ao tratamento BZ. Foram observadas diferenças na produção de massa seca de raízes de soja nas camadas de solo abaixo de 25 cm, com os maiores valores sendo observados para o tratamento BZ. Foram observadas correlações significativas entre a área e o comprimento radicular das forrageiras com a área e o comprimento radicular da soja (Tabela 4). Os coeficientes angulares decresceram na seguinte ordem: RZ > BZ > TZ > TZ-RZ. Isso indica que a *B. ruziziensis* antecedendo a soja, exerceu um efeito estimulante ao desenvolvimento do sistema radicular da leguminosa, uma vez que esse efeito não esteve unicamente relacionado com a quantidade de raízes da forrageira antecessora, que nesse caso, foi maior nos tratamentos com a presença de *P. maximum* (Tabela 2).

Acompanhando o desenvolvimento radicular, a soja, apresentou maior produtividade no tratamento RZ, sendo esse valor 11% maior do que a média dos demais tratamentos (Tabela 3). Observa-se que houve correlação negativa entre a produtividade da soja e a produção de massa seca da parte aérea das forrageiras ($y = -2,81x + 15499$, $r = 0,963$, $p < 0,01$). Os resultados indicam que o sistema TZ-RZ tem o maior potencial para produção forrageira e melhoria da qualidade do solo, pela alta produção de massa seca da parte aérea e raízes. No entanto, a presença de apenas *B. ruziziensis* no sistema foi mais favorável ao desempenho da soja. De certa forma, o material vegetal das diferentes forrageiras (parte aérea e raízes) parece ter afetado a conformação do sistema radicular da soja. Como exemplo, sobre *B. brizantha* a soja apresentou maior massa de raízes, enquanto sobre *B. ruziziensis* o parâmetro alterado foi o diâmetro radicular. O maior comprimento e o menor diâmetro radicular da soja sobre *B. ruziziensis*, parecem ter sido determinantes para o desempenho da soja, uma vez que esses fatores associados conferem maior atividade às raízes.

Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

Tabela 1. Características químicas e textura do solo.

Prof.	pH	Al cmolc dm ⁻³	K	Ca	Mg	SB	CTC	V %	P mg dm ⁻³	C g kg ⁻¹	argila	silte	areia
0-25	4,68	0,07	0,07	1,25	0,34	1,66	5,43	30,26	10,00	10,56	101	18	881
25-50	4,61	0,09	0,05	1,03	0,30	1,38	4,72	29,30	1,80	5,26	150	15	835
50-75	4,62	0,10	0,04	1,12	0,24	1,40	4,64	30,22	0,74	4,31	173	15	812
75-100	4,58	0,19	0,03	1,16	0,17	1,36	4,81	28,70	0,60	4,21	181	17	802

SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases

Tabela 2. Parâmetros de raízes de espécies forrageiras e soja em sistemas de integração lavoura-pecuária.

	forrageira				soja									
	área cm m ⁻²	dia mm	com m m ⁻²	massa Mg ha ⁻¹	área cm m ⁻²	dia mm	com m m ⁻²	massa Mg ha ⁻¹						
camadas (cm)														
0-25														
BZ	378	b	0,96	ns	39,00	b	130	a	1,09	a	11,72	b	2,03	ns
RZ	440	b	0,86		51,03	ab	144	a	0,81	b	16,23	a	1,59	
TZ-RZ	599	a	1,01		60,62	a	57	b	0,84	b	6,77	c	1,65	
TZ	435	b	0,95		46,34	ab	72	b	0,88	ab	8,41	c	1,48	
25-50														
BZ	58	b	0,93	ns	6,15	c	26	ns	1,14	a	2,23	ns	0,45	a
RZ	78	b	0,79		9,77	b	26		0,90	b	2,80		0,16	b
TZ-RZ	138	a	0,92		15,07	a	13		0,94	b	1,36		0,14	b
TZ	129	a	0,88		14,81	a	24		1,01	ab	2,32		0,25	b
50-75														
BZ	72	b	1,03	ns	6,90	b	17	ns	0,90	a	1,81	b	0,49	a
RZ	62	bc	0,85		7,25	b	18		0,72	b	2,34	a	0,08	c
TZ-RZ	109	ab	1,00		10,83	ab	11		0,74	b	1,43	b	0,11	c
TZ	102	a	0,88		11,79	a	16		0,86	ab	1,77	b	0,28	b
75-100														
BZ	38	b	0,84	ns	4,33	b	19	ns	1,00	a	1,80	ns	0,44	a
RZ	42	b	0,80		5,41	ab	14		0,68	b	2,03		0,04	c
TZ-RZ	75	a	0,91		7,81	a	11		0,70	b	1,46		0,09	bc
TZ	68	a	0,80		8,43	a	10		0,76	ab	1,38		0,20	b

área: área radicular; dia: diâmetro radicular; com: comprimento radicular; massa: massa seca de raízes; BZ: *B. brizantha* cv. Marandu; RZ: *B. ruzizienses*; TZ-RZ: *Panicum maximum* cv. Tanzânia + *B. ruzizienses*; TZ: *P. maximum* cv. Tanzânia. Letras minúsculas na coluna indicam diferenças significativas pelo teste de tukey ($p < 0,05$).

Tabela 3. Produção de massa seca da parte aérea de forrageiras no momento da plantio da soja e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária.

	Forrageira massa seca (kg ha ⁻¹)	Soja Rendimento (kg ha ⁻¹)
BZ	7165	a
RZ	5748	b
TZ-RZ	6910	a
TZ	7365	a

Idem Tabela 2.

Workshop Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta na Embrapa

Brasília, 11 a 13 de agosto 2009

Tabela 4. Correlações lineares entre a área e comprimento radicular das forrageiras e da soja em sistemas de integração lavoura-pecuária.

	soja		r	p	comprimento	r	p
	área						
BZ	$y = 0,33x + 2,72$	0,916	***	$y = 0,29x + 0,29$	0,920	***	
RZ	$y = 0,37x - 6,57$	0,840	***	$y = 0,34x - 0,44$	0,860	***	
TZ-RZ	$y = 0,09x + 2,34$	0,949	***	$y = 0,10x + 0,45$	0,910	***	
TZ	$y = 0,14x + 4,60$	0,874	***	$y = 0,16x + 0,31$	0,836	***	

Idem Tabela 2; ***: $p < 0,01$

Conclusões

As interações entre forrageiras tropicais e a soja em sistemas de integração lavoura-pecuária vão além das quantidades de material vegetal produzido, indicando sinergismo entre espécies, no caso da soja e *B. ruzizienses*.

Agradecimentos

À Fundação Agrisus pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Literatura citada

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISH, R.; TOZZI, C.L.; TORRE, A.; VAZ, C.M.P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.13, p.339, 1994.