

Efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação da compactação do solo

José Eloir Denardin¹, Rainoldo Alberto Kochhann², Anderson Santi¹, Antônio Faganello¹, Arcenio Sattler¹

Foto: José Eloir Denardin



**Passo Fundo, RS
2008**

Resumo

A região subtropical úmida do Brasil caracteriza-se pela ocorrência de precipitação pluvial mínima de 60 mm mensais. Essa característica da pluviosidade impõe propensão à degradação estrutural do solo, em razão da frequência com que o solo se mantém com umidade acima do ponto de friabilidade, principalmente no período de estabelecimento das culturas, mesmo em áreas manejadas sob sistema plantio direto. Após 30 anos da adoção desse sistema, observa-se, nessa região, frustrações de safra, decorrentes de déficit hídrico, mesmo quando da ocorrência de pequenos períodos sem chuva. Esse problema está associado à degradação física da camada subsuperficial do solo, expressa por aumento da densidade e da resistência do solo à penetração e da redução da permeabilidade, caracterizando-se como compactação de solo. Ações para mitigar compactação de solo têm direcionado estudos para práticas vegetativas. Esta pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação da compactação do solo, mediante alteração de atributos físicos do solo, desenvolvimento radicular de milho e braquiária e rendimento de grãos de milho e fitomassa de braquiária. O ensaio, com dois tratamentos, milho solteiro e milho consorciado com braquiária, em quatro repetições, foi conduzido em Latossolo Vermelho Escuro distrófico, textura argilosa, em Coxilha, RS, nas safras de 2005/2006 a 2007/2008. Avaliou-se, em três camadas de solo, massa de raízes de milho e de milho + braquiária e atributos físicos e químicos do solo, além de produtividade de grãos de milho e de fitomassa da parte aérea da braquiária. Os resultados permitiram concluir que a consorciação milho-braquiária, embora tenha aumentado a massa de raízes aportada ao solo, não teve

¹ Pesquisador, Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, km 294, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: denardin@cnpt.embrapa.br; rainoldoak@gmail.com; anderson@cnpt.embrapa.br; afaganel@cnpt.embrapa.br; arcenio@cnpt.embrapa.br

² Pesquisador Embrapa Trigo, aposentado, Passo Fundo, RS. E-mail: rainoldoak@gmail.com

influencia no rendimento de grãos de milho, bem como não foi eficaz, como prática vegetativa, para mitigar a compactação do solo.

Abstract

The subtropical humid region of Brazil is characterized by a minimum of 60 mm monthly rainfall. This rainfall characteristic induces soil degradation as a result of the frequency in which the soil is kept above friability, mainly during the crop establishment period, even under no-till system. After 30 years of no-till system adoption, are observed, in this region, crop failures due to dry spells. This problem is associated to physical soil degradation of the subsurface layer, denoted by increase in soil density and resistance to penetration besides reduction in soil permeability, characterized as soil compaction. Actions to mitigate soil compaction have oriented studies towards vegetative practices. The present study was developed to evaluate the effect of the consortium maize-brachiaria (*Brachiaria brizantha*) on the mitigation of soil compaction by altering the soil physical parameters, development of maize and brachiaria roots, and grain yield of maize and brachiaria biomass. A trial with two treatments, single maize and maize consorciated with brachiaria, with four replicates, in a Dark Red dystrophic Latosol, in Coxilha, RS, was conducted from 2005/2006 to 2007/2008. Three soil layers were evaluated for root biomass of maize and for maize plus brachiaria, and physical and chemical soil parameters, besides grain yield of maize and biomass of brachiaria. The results showed that the consortium maize-brachiaria, although the biomass of roots has been increased without altering the maize grain yield, was not efficient in mitigating soil compaction.

Introdução

A região de clima subtropical úmido do Brasil está situada ao sul do paralelo 24° de latitude sul e é caracterizada pela ocorrência de precipitação pluvial mínima de 60 mm mensais, distribuída ao longo de todos os meses do ano (Nimer, 1989). A frequência das precipitações pluviais impõe ao solo agrícola propensão à degradação estrutural, em decorrência do número de dias por ano que o solo se mantém com umidade acima do ponto de friabilidade no momento da realização de tratamentos culturais, com ênfase no período de estabelecimento das culturas, mesmo em áreas manejadas sob sistema plantio direto.

Na atualidade, o sistema plantio direto representa o manejo conservacionista de solo e de culturas em maior adoção no País, abrangendo uma área com cerca de 25 milhões de hectares (Federação, 2008). Na região de clima subtropical úmido a adoção do sistema plantio direto está estimada em, aproximadamente, 9,8 milhões de hectares (Derpsch & Benites, 2004), ou seja, 75% dos 13 milhões de hectares cultivados com culturas anuais.

O sistema plantio direto, introduzido no Brasil no fim dos anos 1960 como um simples método alternativo de preparo de solo, a partir da década de 1980, passou a ser consensualmente conceituado como um complexo de tecnologias destinado à exploração de sistemas agrícolas produtivos, contemplando mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo e diversificação de espécies, via rotação e/ou consorciação de culturas. No início dos anos 2000, foi incorporado a esse complexo tecnológico o processo colher-semear, de relevância para a promoção da estrutura do solo (Denardin et al., 2008). Esse processo, ao contemplar técnicas que visam minimizar o intervalo de

tempo entre colheita e semeadura, incorporou ao sistema plantio direto a propriedade de reproduzir no sistema agrícola produtivo fluxos de aporte e mineralização de fitomassa semelhantes aos observados nos ecossistemas, isto é, fluxos permanentes e simultâneos de aporte e mineralização de material orgânico e absorção de nutrientes (Denardin & Kochhann, 2006).

Após cerca de 30 anos da adoção do sistema plantio direto na região subtropical do Brasil, denota-se, como problema de frequência comprometedor da estabilidade da produção agrícola, frustrações de safra, motivadas por déficit hídrico, mesmo quando da ocorrência de pequenos períodos sem chuva. Esse problema está associado à acentuada estratificação química e física dos primeiros 20 cm do perfil de solo. A disposição estratificada do perfil de solo é expressa, na camada superficial, pela concentração de nutrientes e favorável condição física para o desenvolvimento de raízes, e, na camada subsuperficial, pela degradação da estrutura do solo, expressa pelo aumento da densidade do solo, redução da permeabilidade do solo ao ar e à água e elevação da resistência do solo à penetração (Spera et al., 2002, 2003; Camargo & Alleoni, 2006). A associação desses fatores certamente tem sido a causa da concentração de raízes na camada superficial do solo, onde o estresse hídrico se manifesta, não apenas pela distribuição irregular das chuvas mas, também, pela baixa permeabilidade da camada subsuperficial do solo que limita a ascensão de água do subsolo às raízes das plantas dispostas superficialmente.

Nesse sentido, Stone et al. (2002) relatam que é freqüente a observação de alterações na estrutura de solos manejados sob sistema plantio direto, perceptíveis pelo aumento da densidade do solo, diminuição da macroporosidade e restrição ao desenvolvimento de raízes e ao movimento vertical de água.

As técnicas tradicionalmente utilizadas para mitigar a compactação do solo como escarificação e subsolagem, embora apresentem potencial para reduzir a densidade do solo e elevar a macroporosidade e a taxa de infiltração de água no solo, são de efeito efêmero, inclusive inferior ao período de uma safra agrícola (Busscher et al., 2002), e não, necessariamente, exercem influência sobre a produtividade das culturas (Veiga et al., 2008). Em adição, essas práticas, por preconizarem mobilizações de solo, contrapõem-se aos fundamentos do sistema plantio direto e, por esta razão, são refutadas por Stone et al. (2002) e Veiga et al. (2008), demandando inovações tecnológicas para a solução do problema.

Considerando que o sistema plantio direto abrange cerca de 9,8 milhões de hectares com culturas anuais na região de clima subtropical úmido do Brasil (Derpsch & Benites, 2004), o problema expresso assume relevância ameaçadora à sustentabilidade da atividade agrícola.

Com base no postulado de que a frequência, a quantidade e a qualidade do material orgânico aportado ao solo constituem fatores precípuos à melhoria estrutural do solo (Denardin et al., 2001), ações de pesquisa, focadas na mitigação da compactação do solo, têm sido intensificadas e os resultados têm indicado para o desenvolvimento de práticas vegetativas (Müller et al., 2001). Portanto, o ajuste de tecnologia-solução para a recuperação da estrutura do solo e mitigação da compactação do solo, está associado ao rearranjo temporal e espacial das espécies cultivadas e à valorização do processo colher-semear.

Nesse contexto, destaque é dado ao Sistema Santa Fé (Kluthcouski & Aidar, 2003), singularmente estruturado por rotação e consorciação de culturas anuais e semiperenes (soja (*Glycine max* (L.))/milho (*Zea mayz*) safrinha + pastagem (*Brachiaria* sp.), desenvolvido para a região tropical do Brasil, caracterizado por: instituir o processo colher-semear, suprimindo períodos de entressafra; manter o

solo permanentemente coberto com plantas vivas e/ou mortas; manter permanente aporte de material orgânico ao solo, mesmo no período de déficit hídrico; e gerar benefícios de natureza econômica, decorrentes da rotação de culturas e da diversidade de formas de exploração. Os resultados gerados pelo Sistema Santa Fé inferem que a braquiária constitui opção de destaque entre as espécies com potencial para promover melhorias à estrutura do solo, em razão da quantidade, qualidade e distribuição de fitomassa radicular que adiciona ao solo (Kluthcouski et al., 2004; Fonseca et al., 2007), satisfatória tolerância à compactação do solo (Silva, 2004), além de não interferir, significativamente, na produtividade do milho (Jakelaitis et al., 2005; Ceccon, 2008).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do consórcio milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) no potencial de atenuação da compactação do solo, mediante alteração de atributos físicos do solo e desenvolvimento radicular de milho + braquiária, bem como, na rentabilidade de grãos de milho e fitomassa da parte aérea da braquiária.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no campo experimental da Embrapa Trigo, localizado no município de Coxilha, estado do Rio Grande do Sul, em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, de textura argilosa, manejado sob sistema plantio direto desde 1982.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é subtropical úmido, Cfa, com ocorrência de precipitação pluvial mínima de 60 mm mensais, distribuída ao longo de todos os meses do ano (Nimer, 1989).

Os ensaios, instalados em novembro de 2005, novembro de 2006 e novembro de 2007, foram estruturados em dois tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por: milho solteiro, semeado com espaçamento de 90 cm entre linhas; e milho consorciado com braquiária (*Brachiaria brizantha*), em que o milho foi semeado com espaçamento de 90 cm entre linhas e a braquiária semeada no centro de cada entrelinha. A semeadura foi processada com semeadora para plantio direto, equipada com facão para deposição de fertilizante e com disco duplo defasado para deposição das sementes de milho e de braquiária. A profundidade de semeadura da braquiária foi de 4 a 5 cm. Essa profundidade de semeadura teve por finalidade retardar a emergência das plântulas de braquiária em cerca de 30 a 40 dias em relação à emergência das plântulas de milho e, assim, permitir, neste período, o manejo de plantas daninhas e, inclusive, prevenir possível efeito deletério da braquiária sobre a cultura de milho, seguindo as indicações de Kluthcouski & Aidar (2003) para o Sistema Santa Fé.

Nas três safras, o milho semeado foi o híbrido 32R21, da Pioneer, de ciclo superprecoce, e a braquiária semeada foi a cultivar Arapoti da espécie *Brachiaria brizantha*. A adubação de base foi realizada apenas nas linhas de semeadura de milho mediante a adição de 256 kg ha⁻¹ da fórmula N-P-K 5-25-25. A adubação nitrogenada em cobertura foi efetuada a lanço, em todas as unidade experimentais, na dose de 250 kg ha⁻¹ de uréia, em duas épocas, ou seja, nos estádios V4 e V8 da cultura do milho. O manejo das plantas daninhas foi efetuado mediante o uso do herbicida Extrazim, na dose de 1 L ha⁻¹, até 20 a 30 dias após a emergência do milho. O controle de pragas foi realizado em conformidade com as indicações técnicas para a cultura de milho.

A amostragem do solo, para as análises de fertilidade e de física do solo, foi efetuada em abril de 2007, imediatamente após a colheita de milho, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 22 cm e 22 a 30 cm de profundidade. Essas camadas foram definidas segundo a técnica do Perfil Cultural, preconizada por Blancaneaux et al. (1995), que fundamenta-se na observação *in situ* da morfologia estrutural do solo e da distribuição do sistema radicular das plantas no perfil de solo para estabelecer camadas de solo com estrutura homogênea. As trincheiras foram abertas manualmente. As amostras de solo, para análise de fertilidade, foram coletadas com auxílio de espátula e as amostras para análise física foram coletadas com anéis volumétricos.

Os atributos de fertilidade do solo analisados, seguindo a metodologia proposta por Tedesco et al. (1995), foram: pH, fósforo disponível, potássio, cálcio, magnésio e alumínio trocáveis e matéria orgânica. Os atributos físicos do solo analisados, seguindo a metodologia descrita em Embrapa (1979), foram: densidade do solo e porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo. A amostragem de solo para a análise desses atributos foi realizada imediatamente após a colheita de milho.

A amostragem do sistema radicular do milho solteiro e consorciado com braquiária foi realizada apenas em fevereiro de 2007, no estágio de florescimento do milho (VT), seguindo o método da estratificação do perfil do solo em camadas homogêneas, até 30 cm de profundidade, em conformidade com a técnica do Perfil Cultural, descrita por Blancaneaux et al. (1995). Em trincheiras, abertas perpendicularmente à linha central de semeadura das unidades experimentais, foram coletados blocos de solo de cada camada homogênea (0 a 5 cm, 5 a 22 cm e 22 a 30 cm de profundidade), com as dimensões de 90 cm de largura por 10 cm de espessura. A linha da cultura de milho era posicionada no centro do bloco de solo amostrado, ou seja, a largura do monólito amostrado (90 cm) contemplava o espaço compreendido entre duas linhas de braquiária. A extração das raízes dos blocos de solo foi efetuada pela técnica da dispersão do solo com solução de hexametáfosfato de sódio a 6% e lavagem das raízes com jatos de água dirigidos à massa de solo e raízes posicionados sobre uma peneira de malha de 1 mm. Após a extração, as raízes foram secas em estufa a 40 °C e pesadas.

A colheita de grãos da cultura de milho foi realizada em área de 8,1 m², formada por 3 m lineares das três linhas centrais de cada unidade experimental. Após a pesagem e a determinação da umidade dos grãos, os valores de rendimento foram expressos em Mg ha⁻¹.

A coleta de fitomassa da braquiária, realizada na mesma época da colheita de milho, foi realizada em uma área de 2,7 m², formada por 1 m linear das três linhas centrais de cada unidade experimental. Após a secagem, a fitomassa foi pesada e os valores de rendimento foram expressos em Mg ha⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

As tabelas 1 e 2 expõem os dados relativos à distribuição da massa de raízes do milho consorciado com braquiária e aos atributos físicos e químicos do solo ao longo das camadas amostradas.

A massa de raízes diferiu, estatisticamente, entre os tratamentos, apenas na camada de 0 a 5 cm de profundidade (Tabela 1). Nessa camada, a massa de raízes

do tratamento milho consorciado com braquiária (4,62 g 1.000 cm⁻³) foi 61% superior a do tratamento milho solteiro (2,81 g 1.000 cm⁻³), indicando a contribuição da braquiária na massa total de raízes.

Tabela 1. Massa de raízes de milho + braquiária (*Brachiaria brizantha*) e atributos físicos de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, manejado sob sistema plantio direto e submetido ao cultivo de milho solteiro e milho consorciado com braquiária (*Brachiaria brizantha*). (Embrapa Trigo – safra agrícola 2006/2007).

Tratamento	Camada (cm)	Raízes (g 1000 cm ⁻³)	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	Micro porosidade (m ³ m ⁻³)	Macro porosidade (m ³ m ⁻³)
Milho solteiro	0-5	2,81 Ba	1,15 Ac	0,52 Aa	0,36 Bb	0,16 Aa
	5-22	0,26 Ab	1,48 Aa	0,41 Cc	0,37 Bb	0,05 Bb
	22-30	0,12 Ab	1,37 Ab	0,45 Bb	0,39 Aa	0,06 Bb
Milho+braquiária	0-5	4,62 Aa	1,12 Ac	0,51 Aa	0,35 Bb	0,16 Aa
	5-22	0,39 Ab	1,43 Aa	0,42 Cc	0,35 Bb	0,07 Bb
	22-30	0,16 Ab	1,29 Ab	0,46 Bb	0,40 Aa	0,07 Bb

Pelo Teste de Duncan, a 1% de probabilidade, média seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os tratamentos, dentro de cada camada amostrada, e seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre as camadas amostradas, dentro de cada tratamento.

Independentemente do tratamento, 89% das raízes coletadas concentraram-se na camada de 0 a 5 cm de profundidade, ou seja, esta camada apresentou, em ambos os tratamentos, massa de raízes, estatisticamente, superior as demais camadas (Tabela 1). Esses resultados demonstram que, tanto as raízes do milho, como as da braquiária, apresentaram desenvolvimento limitado nas camadas de 5 a 22 cm e de 22 a 30 cm de profundidade, indicando presença de fatores restritivos ao crescimento pleno das raízes. As causas dessa restrição ao desenvolvimento radicular do milho e da braquiária podem ser atribuídas, fundamentalmente, à estrutura física do solo (Tabela 1), pois, os atributos químicos, pH, alumínio, cálcio, magnésio e fósforo não apresentaram diferença significativa entre as camadas 0 a 5 cm e 5 a 22 cm de profundidade (Tabela 2). Embora o potássio tenha apresentado diferença significativa entre as camadas 0 a 5 cm e 5 a 22 cm, o teor observado nestas camadas é superior ao nível crítico (Sociedade, 2004), não inferindo, portanto, possível restrição ao desenvolvimento radicular. O teor de matéria orgânica, que diminui, estatisticamente, com a profundidade, parece ser muito mais efeito da distribuição do sistema radicular ao longo do tempo, do que causa de restrição ao desenvolvimento radicular das espécies avaliadas.

Entre os atributos físicos limitantes ao desenvolvimento das raízes do milho e da braquiária, destacam-se: a densidade do solo que, na camada de 5 a 22 cm, foi 28% superior a da camada de 0 a 5 cm; a porosidade total que, na camada de 5 a 22 cm, foi cerca de 20% menor do que na camada de 0 a 5 cm; e, principalmente, a macroporosidade que, na camada de 5 a 22 cm, foi, em média, 62% inferior a da camada de 0 a 5 cm. A magnitude dos dados de densidade do solo, porosidade total e macroporosidade evidencia, independentemente dos tratamentos, significativa degradação do solo na camada de 5 a 22 cm de profundidade, principalmente em relação à camada de 0 a 5 cm.

Tabela 2. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, manejado sob sistema plantio direto e submetido ao cultivo de milho solteiro e milho consorciado com braquiária (*Brachiaria brizantha*). (Embrapa Trigo – safra agrícola 2006/2007).

Tratamento	Camada (cm)	pH (água)	Al	Ca	MG	MO	P	K
			(mmol _c dm ⁻³)			(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)	
Milho solteiro	0-5	5,08 ns	9,13 Ab	35,22 Aa	18,03 Aa	3,75 Aa	21,58 Aa	205 Aa
	5-22	5,15 ns	12,33 Ab	32,85 Aa	17,65 Aa	2,82 Ab	23,25 Aa	98 Ab
	22-30	5,08 ns	20,85 Aa	23,05 Ab	12,20 Ab	2,28 Ac	5,03 Ab	53 Ac
Milho+braquiária	0-5	4,95 ns	9,72 Ab	36,50 Aa	17,90 Aa	3,70 Aa	21,73 Aa	175 Aa
	5-22	5,15 ns	11,38 Ab	34,68 Aa	18,85 Aa	3,00 Ab	13,90 Aa	126 Ab
	22-30	5,35 ns	16,45 Aa	30,73 Ab	15,85 Ab	2,20 Ac	4,35 Ab	48 Ac

Pelo Teste de Duncan, a 1% de probabilidade, média seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre os tratamentos, dentro de cada camada amostrada, e seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre as camadas amostradas, dentro de cada tratamento.

Os dados gerados, portanto, denotam que, os atributos físicos e químicos do solo, não foram influenciados pelo cultivo da braquiária em consórcio com milho (tabelas 1 e 2). Esses atributos, de modo similar ao observado com a distribuição da massa de raízes, inferem nítida estratificação estrutural do solo ao longo das camadas amostradas. Essa percepção é comprovada pela diferenciação estatística dos atributos avaliados, à exceção do pH, entre as três camadas de solo amostradas, tanto no tratamento milho consorciado como no tratamento milho solteiro.

Crusciol et al. (2007) também não encontraram diferenças do cultivo de milho solteiro e consorciado com braquiária sobre a densidade do solo, em estudo de curta duração. Considerando que a macroporosidade interfere diretamente na resistência mecânica do solo à penetração de raízes e que o valor crítico para esse atributo é da ordem de 0,10 m³ m⁻³ (Tormena et al., 1998), os dados gerados demonstram que apenas a camada de 0 a 5 cm de profundidade não apresenta limitações ao pleno desenvolvimento radicular das plantas.

A interpretação desses resultados infere que o período da amostragem do solo para análise de atributos físicos tenha sido muito precoce em relação à manifestação dos esperados efeitos benéficos à estrutura do solo, resultantes do processo de mineralização das raízes, pois, indubitavelmente, a intensificação e diversificação de espécies implica no aumento do aporte de material orgânico e na melhoria da estrutura do solo (Conceição et al., 2005).

A Tabela 3 expõe os dados relativos ao rendimento de grãos de milho solteiro e milho consorciado com braquiária e de fitomassa da parte aérea da braquiária, nas safras agrícolas 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008. Os dados demonstraram que o rendimento de grãos de milho não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, nas três safras avaliadas. A variação de rendimento observada entre as safras, provavelmente, decorreu das oscilações da quantidade e distribuição pluvial observadas. Enquanto na safra 2005/2006 a precipitação pluvial foi de 628,3 mm, com déficit hídrico no mês de dezembro, e na safra 2007/2008 foi de 767,9 mm, com déficit hídrico no mês de janeiro, na safra 2006/2007 a precipitação pluvial foi de 1004,4 mm, com valores mensais nunca inferiores a 106 mm. É possível deduzir dos resultados obtidos que a braquiária, independentemente da condição de precipitação pluvial, não interferiu no rendimento de grãos de milho. Resultados semelhantes foram obtidos por Borghi & Crusciol (2007) que, na média de duas safras, não

encontraram diferença no rendimento de grãos de milho, quando da inserção da braquiária em consórcio.

Tabela 3. Rendimento de grãos de milho solteiro e consorciado com braquiária (*Brachiaria brizantha*) e de matéria seca da parte aérea da braquiária (*Brachiaria brizantha*), em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico manejado sob sistema plantio direto. (Embrapa Trigo - safras agrícolas 2005/2006, 2006/07 e 2007/2008).

Tratamento	Produtividade de grãos de milho			Produtividade de fitomassa de braquiária		
	Safra 2005/2006	Safra 2006/2007	Safra 2007/2008	Safra 2005/2006	Safra 2006/2007	Safra 2007/2008
Milho solteiro	6.270 ns	12.160 ns	8.102 ns	-	-	-
Milho+braquiária	7.025 ns	12.322 ns	7.537 ns	990	2.026	2.437

ns = não significativo pelo Teste de Duncan ao nível 1% de probabilidade.

Na Tabela 3, observa-se que, embora a produção de matéria seca de braquiária seja, relativamente, baixa, é similar à obtida por Jakelaitis et al. (2005). Outros estudos indicam que a produção de matéria seca de braquiária é superior quando em cultivo solteiro (Jakelaitis et al., 2005; Ceccon, 2008), mas o consórcio pode resultar em maior rendimento de matéria seca do que braquiária ou milho em cultivos solteiros (Ceccon, 2008).

Os resultados obtidos sugerem que a consorciação milho-braquiária contribuiu para o incremento de fitomassa aérea e de raízes ao solo e, principalmente, não interferiu no rendimento de milho. No entanto, a melhoria da estrutura do solo, expressa pela porosidade e densidade do solo, não foi evidenciada, possivelmente devido ao curto período decorrido da implementação do consórcio milho-braquiária.

Conclusões

A consorciação milho-braquiária não foi eficaz, como prática vegetativa, para mitigar a compactação do solo.

A consorciação milho-braquiária aumentou a massa de raízes aportada ao solo.

A braquiária consorciada à cultura de milho não influenciou o rendimento de grãos de milho.

Referências bibliográficas

BLANCANEUX, P.; FREITAS, P. L.; AMÁBILE, R. F. Sistematização e adaptação da metodologia para caracterização do perfil cultural. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE A METODOLOGIA DO PERFIL CULTURAL, 1991, Londrina. **Trabalhos apresentados...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1995. 28 p.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, p. 163-171, 2007.

BUSSCHER, W. J.; BAUER, P. J.; FREDERICK, J. R. Recompaction of a coastal loamy sand after deep tillage as a function of subsequent cumulative rainfall. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 68, p. 49-57, 2002.

CAMARGO, O. A. de; ALLEONI, L. R. F. **Efeitos da compactação no crescimento de plantas**. 2006. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2006_2/C5/Index.htm>. Acesso em: 25 ago. 2006.

CECCON, G. **Milho safrinha com braquiária em consórcio**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 7 p. html. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico online, 140). Disponível em: <http://www.atrpr.com/planilhas/artigos/comunicado_tecnico_consortio_milho_safrinha_braquiaria_2008.pdf>. Acesso em: 19 Out. 2008.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 29, p. 777-788, 2005.

CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J. C.; BORGHI, E. Atributos físicos e físico-hídricos do solo com o cultivo de milho solteiro ou consorciado com braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. **Resumos...** Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1 CD-ROM.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006, Passo Fundo. **Fertilidade em solo...(re)emergindo sistêmica: resumos e palestras...** Passo Fundo: Embrapa Trigo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2006. 8 p. 1 CD ROM.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; BACALTCHUK, B.; SATTler, A.; DENARDIN, N. D.; FAGANELLO, A.; WIETHÖLTER, S. Sistema plantio direto: fator de potencialidade da agricultura tropical brasileira. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da (Ed.). **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1., part. 15, cap. 1, p. 1251-1273.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, N. D. Considerações sobre adensamento e compactação em manejo de Latossolos. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 2001, Aracajú. **Anais...** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p. 317-325.

DERPSCH, R.; BENITES, J. R. Agricultura conservacionista no mundo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Manejo: integrando a ciência do solo na produção de alimentos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

FEBRAPD. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/arquivos/EvolucaoAreaPDBr72A06.pdf>>. Acesso em: 8 abr. 2008.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho Distrófico de Cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, p. 22-30, 2007.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L.; VIVIAN, R. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria*

brizantha consorciada com milho. **Planta Daninha**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.).

Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 409-441.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 106, jun. 2004. Encarte Técnico.

MÜLLER, M. M. L.; CECCON, G.; ROSOLEM, C. A. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 531-538, 2001.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989. 442 p.

SILVA, G. J. **Desenvolvimento de plantas de soja, milho, algodão e *Brachiaria brizantha*, submetidas a quatro graus de compactação de um Latossolo Vermelho-escuro Distrófico**. 2004. 122 p. Tese (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Regional Sul. Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, 2004. 400 p.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E.; SPERA, M. R. N. Soil compaction in southern Brazilian Oxisols under no-till system. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LAND DEGRADATION AND MEETING OF THE IUSS SUBCOMMISSION C - SOIL AND WATER CONSERVATION, 3., 2001, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. p. 1-3.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; TOMM, G. O.; KOCHHANN, R. A.; DENARDIN, J. E. Efeito de sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas em atributos físicos de solo, no Rio Grande do Sul. In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE, 2., 2003, Fóz do Iguaçu. **Producing in harmony with nature: extended summary e posters**. Fóz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha; Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentável, 2003. p. 518-521.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro. I: efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G.; SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob semeadura direta influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 301-309, 1998.

VEIGA, M. da; REICHERT, J. M.; RINERT, D. J. Compactação do solo no sistema plantio direto causas, níveis críticos e soluções. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2008. p. 134-140.



**Boletim de Pesquisa e
Desenvolvimento Online, 54**

Embrapa Trigo
Caixa Postal, 451, CEP 99001-970
Passo Fundo, RS
Fone: (54) 3316 5800
Fax: (54) 3316 5802
E-mail: sac@cnpt.embrapa.br

Expediente

Comitê de Publicações
Presidente: **Leandro Vargas**
Ana Lídia V. Bonato, José A. Portella, Leila M.
Costamilan, Márcia S. Chaves, Paulo Roberto V. da S.
Pereira

Referências bibliográficas: Maria Regina Martins
Editoração eletrônica: Márcia Barrocas Moreira Pimentel

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A.
**Efeito da consorciação milho-braquiária (*Brachiaria brizantha*) na mitigação
da compactação do solo.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 13 p. html
(Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 54). Disponível
em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp54.htm>.