

# Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades físicas do solo

## Effect of time of sowing and system *Brachiaria brizantha* intercropped with maize on yield components and soil physical properties

Edleusa Pereira Seidel<sup>1\*</sup>; Ismael Fernando Schegoscheski Gerhardt<sup>2</sup>;  
Deise Dalazen Castagnara<sup>3</sup>; Marcela Abbado Neres<sup>4</sup>

### Resumo

O objetivo neste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG-4; semeada em duas épocas e dois sistemas de semeadura, na linha e na entrelinha da cultura do milho; avaliar o efeito do consórcio na produtividade do milho, bem como avaliar as propriedades físicas do solo após o consórcio. O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2010, no Município de Quatro Pontes/PR. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x2, mais um tratamento adicional que foi o cultivo do milho solteiro, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de dois sistemas de cultivo: cultivo do milho com braquiária na linha de semeadura e cultivo do milho com braquiária na entrelinha; e duas épocas de semeadura da braquiária: simultaneamente ao milho e vinte e cinco dias após semeadura do milho. O milho foi semeado mecanicamente em sistema de plantio direto; com espaçamento nas entrelinhas de 0,70 m. As espigas foram colhidas manualmente e no laboratório foram avaliadas: os componentes de produção e a produtividade. A *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 foi semeada e colhida manualmente. Avaliou-se a produção de massa verde e seca e os componentes de produção. Para análises físicas do solo foram coletadas amostras nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. Foram determinados a porosidade total, a macroporosidade e microporosidade. Os resultados demonstraram que os componentes de produção da braquiária foram menores quando esta foi semeada vinte e cinco dias após a semeadura do milho, e entre os sistemas de semeadura quando a braquiária foi semeada na linha do milho. Não houve redução na produtividade de grãos de milho em consórcio com a braquiária, independente do sistema e época de semeadura. O consórcio de braquiária com milho promoveu aumento na porosidade total do solo e redução na densidade do solo.

**Palavras-chave:** Sistema de cultivo, gramíneas, porosidade total do solo, densidade do solo

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the development of *Brachiaria brizantha*- MG-4; sown in two seasons and two seeding systems in space between two rows, and to evaluate the effect of intercropping on maize yield, as well as evaluating the physical properties of the soil after the consortium. The experiment was conducted in the agricultural year 2010, the Municipality of Quatro Pontes/PR. The

<sup>1</sup> Prof<sup>ª</sup> Adjunta da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: edleusa.seidel@unioeste.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, Discente do Curso de Mestrado em Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/UNESP, Botucatu, SP. E-mail: ismael-fernando@hotmail.com

<sup>3</sup> Prof<sup>ª</sup> Adjunta da Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA, Uruguaiana, RS. E-mail: deisekastagnara@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Prof<sup>ª</sup> Associada da UNOESTE, Marechal Cândido Rondon, PR. E-mail: marcela.neres@unioeste.br

\* Autor para correspondência

experimental design was randomized blocks as a factorial 2x2, and an additional treatment that was corn cultivation single, with four replications. The treatments consisted two intercropping systems: corn intercropped with *Brachiaria brizantha* in the row, and corn intercropped with *Brachiaria brizantha* in space between two rows, and two times of sowing *Brachiaria brizantha*: simultaneously corn, and twenty-five days after sowing corn. The seed was planted mechanically in no-tillage system, with spacing between the lines of 0,70 m. The ears were harvested by hand and in the laboratory were evaluated: yield components and productivity. *Brachiaria brizantha*- MG-4 was sown and harvested manually. We evaluated the production of fresh and dry mass and yield components. For soil analyzes the soil was sampled at 0-0,10 and 0,10-0,20 m. Were determined the total porosity, macroporosity and microporosity. The results demonstrated that the production components of *Brachiaria brizantha* were lower when it was sown twenty-five days after sowing corn, and between sowing systems when *Brachiaria brizantha* was sown in line. There was no reduction in grain yield of maize intercropped with *Brachiaria* system independent and sowing date. The consortium of pasture with corn increased the total porosity, and reduced soil bulk density.

**Key words:** Cropping systems, grass, total porosity, bulk density soil

## Introdução

O plantio direto é o sistema de cultivo mais utilizado no Paraná, tanto para a produção de grãos de milho e quanto de soja. Segundo a Secretaria de Agricultura e do Abastecimento do Paraná 4,7 milhões de hectares são cultivados neste sistema (SEAB, 2011). Todavia, para que este sistema de manejo seja sustentável, é indispensável à rotação de culturas e um aporte abundante e constante de resíduos vegetais (ANDREOTTI et al., 2008), pois a manutenção de uma boa cobertura vegetal é uma das premissas do sistema de plantio direto.

A substituição de áreas cultivadas com trigo no Paraná por milho “safrinha” vem crescendo a cada ano. Atualmente 1,404 milhões de hectares são cultivados com milho safrinha (SEAB, 2011). Em decorrência do cultivo do milho safrinha a rotação de culturas foi reduzida significativamente, bem como houve uma redução no aporte de massa seca no solo, o que pode comprometer o sistema de plantio direto. De acordo com Alvarenga, Cruz e Novotny (2006), para manutenção do sistema de plantio direto devem ser adotados sistemas de rotação que produzam em média, 6,0 t ha<sup>-1</sup> ano ou mais de fitomassa seca.

Atualmente, os sistemas mistos de exploração de lavoura e de pecuária, envolvendo culturas e forrageiras, principalmente as braquiárias, representam uma excelente alternativa para a cultura do milho em sistema de plantio direto. Este

sistema tem chamado atenção pelas vantagens que apresentam em relação aos sistemas isolados de agricultura ou de pecuária. As gramíneas possuem desenvolvimento mais agressivo alto potencial de produção de fitomassa de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por mais tempo, além do baixo custo das sementes para sua implantação (PORTES et al., 2000; BORGHI; CRUSCIOL; COSTA, 2006; MOURA ZANINE et al., 2006; SILVA CRUZ et al., 2009).

A inclusão de forrageiras em sistemas de cultivos de grãos e ou florestas altera as propriedades físicas e químicas do solo, promovendo mudanças na sua qualidade; principalmente aumentando a estabilidade dos agregados, o que resulta em aumento da macroporosidade do solo e capacidade de infiltração. Estas melhorias ocorrem pela presença de palha e raízes da pastagem, que contribuem para o aumento nos teores de carbono do solo (LOSS et al., 2011) e maior atividade da macrofauna do solo (MARCHÃO et al., 2007). Outros benefícios no consórcio é a redução de plantas daninhas (JAKELAITIS et al. 2004; FONSECA et al., 2007; BORGHI et al., 2008; PACHECO et al., 2009); e o incremento na produtividade de lavouras subsequentes (ALBUQUERQUE; SANGOI; ENDER, 2001; GARCÍA-PRÉCHAC et al., 2004; ARGENTON et al., 2005; BARDUCCI et al., 2009).

Portanto, o consórcio de braquiária com a cultura de milho pode ser uma prática vegetativa

importante, principalmente para alterar a estrutura de solos manejados inadequadamente; é o caso, de algumas áreas cultivadas no sistema de plantio direto, onde não é realizada a rotação de cultura e, o cultivo é feito sob uma palhada escassa. As áreas cultivadas em sistema de plantio direto e mal manejadas podem ser perceptíveis pelo aumento de densidade do solo, diminuição na macroporosidade, restrição ao desenvolvimento de raízes e redução na produtividade (STONE; GUIMARÃES; MOREIRA, 2002; KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003; DENARDIN et al., 2008). Para avaliar alterações nas propriedades físicas do solo, em função de manejo pode ser utilizado como indicadores: a porosidade e a densidade do solo (BEUTLER et al., 2001).

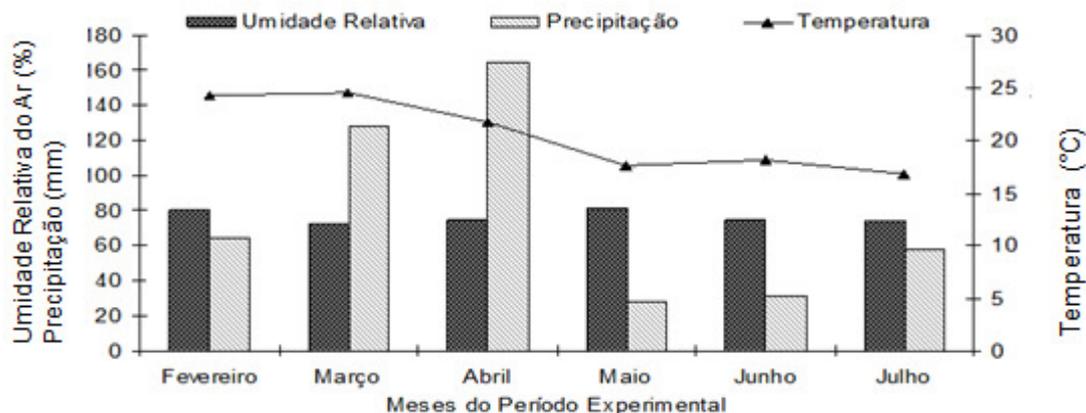
Desta forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv.

MG-4; semeada em duas épocas e dois sistemas de semeadura, na linha e na entrelinha da cultura do milho; avaliar o efeito do consórcio na produtividade do milho, bem como avaliar as propriedades físicas do solo após o consórcio.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola de 2010, na Fazenda Denedi, localizada no Município de Quatro Pontes/PR. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico (LVef), de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006). A temperatura, umidade relativa e distribuição pluvial durante a realização do experimento encontram-se na figura 1.

**Figura 1.** Dados Meteorológicos em Marechal Cândido Rondon, durante o ciclo da cultura do milho safrinha no ano de 2010.



**Fonte:** Estação Meteorológica da Fazenda Experimental da Unioeste.

Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solos na profundidade de 0- 0,20 m para determinação das características químicas (RAIJ et al., 2001) e os resultados obtidos foram: pH  $\text{CaCl}_2$  5,0 mol  $\text{L}^{-1}$ ;  $\text{Al}^{3+}$  0,10  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ;  $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$  4,30  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ; 14,21  $\text{mg dm}^{-3}$  de P; 0,54  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de K; 4,89  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ; 2,06  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Mg}^{2+}$  e 27,34  $\text{g dm}^{-3}$  de matéria orgânica.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (2x2), com um tratamento adicional que foi o cultivo do milho solteiro, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram de dois sistemas de cultivo: cultivo do milho com braquiária na linha de semeadura (MBL); e cultivo do milho com braquiária na entrelinha (MBE), e duas épocas de semeadura da braquiária:

semeada simultaneamente ao milho (0 DAS); e 25 dias após semeadura do milho (25 DAS). Cada parcela teve uma área de 25,2 m<sup>2</sup> (4,2 m de largura por 6 m de comprimento), sendo seis o número de linha por parcelas; e a área total do experimento foi 504 m<sup>2</sup>. A área utilizada no experimento vem sendo cultivada a mais de 20 anos no sistema de plantio direto.

O milho foi semeado em todos os tratamentos mecanicamente com uma semeadora de plantio direto no dia 23/02/2010, utilizando o cultivar AG 9010 Bt, com espaçamento nas entrelinhas de 0,70 m; semeando 4,2 sementes por metro linear, o que resultou em um estande de 60.000 plantas de milho ha<sup>-1</sup>. A adubação de base utilizada foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> de um formulado 10-20-20 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente. A adubação de cobertura foi realizada com 82 kg ha<sup>-1</sup> de uréia quando as plantas de milho apresentaram entre 4 e 6 folhas plenamente expandidas. O controle de pragas foi feito de acordo com a recomendação técnica. Antes da colheita, foram feitas as avaliações nas parcelas para determinar a população de plantas por metro quadrado e o número de espigas por planta.

A colheita do milho foi realizada no dia 26/07/2010, colhendo as duas linhas centrais de seis linhas totais de cada parcela (área útil). As espigas de milho foram colhidas manualmente. Após a colheita, foram feitas as avaliações para comprimento e diâmetro de espiga e depois trilhadas manualmente. Avaliou-se a massa de 1000 grãos, determinado por meio da média de oito amostras de 100 grãos tomados ao acaso e corrigindo a umidade para 130 g Kg<sup>-1</sup>. A produtividade foi realizada por meio da pesagem dos grãos em balança semi-analítica, corrigindo-se para massa úmida de 130 g kg<sup>-1</sup> e, posteriormente, estimando-se a produtividade para Kg ha<sup>-1</sup>.

A *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 foi semeada manualmente, em duas épocas: simultaneamente ao milho e 25 dias após a semeadura do milho. O seu valor cultural foi de 42%, e a densidade de semeadura de 8,69 kg ha<sup>-1</sup>. Após a colheita da cultura

do milho foi avaliada a produção de massa verde e seca da braquiária e suas características estruturais. Para avaliar a braquiária, foi utilizado um quadrado metálico com área conhecida (0,25 m<sup>2</sup>), lançado aleatoriamente em cada parcela, e todas as plantas contidas no seu interior foram cortadas rente ao solo.

Após coleta, as plantas foram pesadas para a determinação da produção de massa verde e separadas em laminas foliares e colmos mais bainhas. Todas as amostras foram embaladas em sacos de papel, e a produção de massa seca foi estimada a partir da razão entre a produção da massa verde e a massa seca obtida pela secagem em estufa com ventilação forçada de ar na temperatura de 65 °C por 72 horas.

A densidade de perfilhos foi obtida por meio de contagem manual de todos os perfilhos de cada amostra, enquanto o número de folhas por perfilho foi obtido a partir da média da contagem de todas as folhas sem sinais de senescência presentes em 10 perfilhos escolhidos ao acaso de cada amostra.

Para análises físicas do solo, três amostras indeformadas foram coletadas nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m. As amostras indeformadas foram saturadas por 48 horas em bandeja com água até dois terços da altura do anel. Após o período de saturação, as amostras foram drenadas no potencial equivalente a -0,006 MPa utilizando uma mesa de tensão. Os macroporos foram estimados como a diferença entre o teor de água do solo saturado e o teor de água do solo após aplicação do potencial de -0,006 MPa. O volume de microporos calculado como sendo o teor de água retido no potencial de -0,006 MPa. A porosidade total a soma da macroporosidade e microporosidade. A Densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado para fazer as análises de variância foi o SAEG (UFV/SAEG, 2007).

## Resultados e Discussão

### *Produção de massa verde e seca e características estruturais da braquiária*

Houve efeito significativo da época de semeadura sobre todas as variáveis analisadas ( $P < 0,05$ ). A braquiária semeada simultaneamente ao milho proporcionou maior produção de massa verde e seca em relação à semeadura da braquiária aos 25 DAS do milho (Tabela 1).

A produção de massa verde e seca da braquiária não foi influenciada pelo sistema de semeadura (linha e entrelinha) quando semeado simultaneamente ao milho. Entretanto, aos 25 DAS a produção de massa seca foi maior quando cultivada no sistema entrelinha (Tabela 1).

**Tabela 1.** Produção de massa verde e massa seca, características estruturais de *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 em duas épocas de semeadura (0 e 25 DAS) consorciada com milho.

Sistemas	Massa Verde (kg ha <sup>-1</sup> )		Massa Seca (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Data de Semeadura		Data de Semeadura	
	0 DAS	25 DAS	0 DAS	25 DAS
Linha	13450 aA	3150 aB	3393 aA	621 aB
Entrelinha	11400 aA	4200 aB	3290 aA	1232 bB
CV (%)	69,21		27,72	
Sistemas	Número de Perfis (perfis m <sup>-2</sup> )		Altura de Plantas (cm)	
	Data de Semeadura		Data de Semeadura	
	0 DAS	25 DAS	0 DAS	25 DAS
Linha	62,75 aB	163,67 aA	88,00 aA	33,25 aB
Entrelinha	68,25 aB	149,00 aA	78,75 bA	35,75 aB
CV (%)	19,13		6,17	
Sistemas	Número de Folhas (folhas perfilho <sup>-1</sup> )		Comprimento de Folhas (cm)	
	Data de Semeadura		Data de Semeadura	
	0 DAS	25 DAS	0 DAS	25 DAS
Linha	5,73 aA	3,71 aB	33,70 aA	15,75 aB
Entrelinha	6,37 aA	3,94 aB	30,54 aA	17,99 aB
CV (%)	11,55		10,51	
Sistemas	Diâmetro de colmo (mm)		Relação folha:colmo	
	Data de Semeadura		Data de Semeadura	
	0 DAS	25 DAS	0 DAS	25 DAS
Linha	2,15 aA	0,83 aB	1,10 aA	0,45 aB
Entrelinha	2,13 aA	0,94 aB	1,06 aA	0,50 aB
CV (%)	16,32		12,46	

\*Valores seguidos de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. CV (%): coeficiente de variação.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

A época de semeadura alterou a produção de massa verde e seca, altura de plantas, número de folhas, comprimento de folhas, diâmetro do colmo da braquiária. Houve melhor desenvolvimento da braquiária quando foi semeada simultaneamente ao milho. A diferença da produção de massa seca encontrada entre a época de semeadura ocorreu devido a menor altura de plantas, diâmetro

de colmo, número e comprimento de folhas constatado no tratamento semeado aos 25 DAS (Tabela 1). Este resultado está relacionado com a competição **intraespecífica** que ocorreu entre as plantas, pois quando a braquiária foi semeada aos 25 DAS à cultura do milho encontrava-se no estágio V6 apresentando um grande incremento no alongamento do colmo; a sombra gerada pelo dossel

do milho nos estádios iniciais da braquiária reduziu a quantidade e qualidade de radiação que chegou ao dossel no estrato inferior (CASTRO; GARCIA, 1996; CASTRO et al. 1999; KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003; SOARES et al., 2009). Com o sombreamento as plantas perderam menos água pelos tecidos foliares e ficaram mais tenras e suculentas, caracterizando menor teor de matéria seca (CARVALHO; FREITAS; ANDRADE, 1995; CASTRO; CARVALHO; GARCIA, 1997).

Houve efeito da época de semeadura da braquiária no número de perfilhos. Quando a braquiária foi semeada aos 25 DAS à média de perfilhos foi 156,33; enquanto na semeadura simultânea ao milho foi de 65,5 perfilhos por metro quadrado. O maior número de perfilho pode ser explicado pelo fato da braquiária destinar uma grande proporção de fotoassimilados para o crescimento de seus estolhos, os quais poderiam promover o escape da condição adversa de baixa luminosidade (CASTRO; GARCIA, 1996).

Resultados diferentes dos obtidos neste experimento foram obtidos por Ludlow, Wilson e Heslehurst (1974) que constataram que o sombreamento exerceu um efeito marcante sobre o perfilhamento de *Brachiaria ruziziensis*; com a

crescente restrição de luz houve redução no número de perfilhos formados, com proporcional redução do seu peso seco total, de forma que o peso médio dos perfilhos não foi alterado.

Não houve diferença entre os sistemas de semeadura (linha e entrelinha) para a variável relação folha e colmo, mas houve diferenças para a época de semeadura da braquiária (Tabela 1). A maior relação entre folha e colmo foi quando a braquiária foi semeada simultaneamente ao milho. Quando a braquiária foi semeada simultaneamente ao milho houve menor competição por luz e permitiu um maior desenvolvimento de folhas

#### *Componentes de produção e produtividade do milho*

Não houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) nos componentes de produção e na produtividade do milho quando cultivado solteiro (testemunha) ou em consórcio com a braquiária. O sistema e a época de semeadura não influenciaram nas variáveis: população de plantas, número de espigas, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, massa de mil grãos e produtividade (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por vários autores (PORTES et al., 2000; PANTANO, 2003; SILVA; JAKELAITIS; FERREIRA, 2004; FREITAS et al., 2005).

**Tabela 2.** Produtividade e componentes de produção de milho cultivado sem consórcio (testemunha) e em consórcio com *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 semeada em diferentes épocas e sistema de semeadura.

Tratamentos	População	Nº espigas por planta	Comprimento espiga	Diâmetro espiga	Massa 1000	Produtividade
	Metro		cm	cm	g	kg ha <sup>-1</sup>
MBL 0 DAS	4,37 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	17,65 <sup>ns</sup>	4,58 <sup>ns</sup>	303 <sup>ns</sup>	5.458 <sup>ns</sup>
MBL 25 DAS	4,40	1,00	17,95	4,55	288	5.498
MBE 0 DAS	4,15	1,00	18,34	4,57	304	5.603
MBE 25 DAS	4,40	1,00	18,14	4,55	303	5.313
Testemunha	4,37	1,00	18,05	4,56	303	5.296
C.V.%	7,53		2,88	2,01	3,80	6,91

(MBL) cultivo do milho com braquiária na linha de semeadura; (MBE) cultivo do milho com braquiária na entrelinha  
ns: não significativo a 5 % de probabilidade na coluna

Fonte: Elaboração dos autores.

Os dados meteorológicos apresentados na figura 1 demonstraram que o milho não foi prejudicado pela competição da braquiária por água, luz e nutrientes. Durante o desenvolvimento da cultura não houve déficit hídrico; a precipitação foi de aproximadamente 474,4 mm. Desta forma, diminuiu a competição entre plantas pelo fator água. O que permitiu uma boa produtividade no consórcio da cultura de milho com a forrageira foi o diferencial de tempo e espaço, no acúmulo de biomassa entre espécies (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003). Do ponto de vista fisiológico as plantas espaçadas equidistantemente competem minimamente por nutrientes, luz, água e outros fatores (SANGOI et al., 2000). Se tivesse ocorrido competição entre a braquiária e o milho ocorreria modificações nas características morfológicas das plantas de milho (ARGENTA et al., 2000) e influenciaria na interceptação da radiação e na acumulação de fotoassimilados, portanto, na produtividade de grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Corroborando com os resultados Kluthcouski et al. (2000) constataram que a produtividade do milho consorciado com *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, não sofreu redução de produtividade em relação ao cultivo do milho solteiro. Denardin et al. (2008) também constataram que não houve diferença significativa na produtividade de grãos entre o milho

cultivado solteiro, comparado ao milho consorciado com *Brachiaria brizantha* devido à boa quantidade e distribuição da precipitação pluvial nos três anos. Em trabalho semelhante Borghi e Cruciol (2007); não encontraram diferenças na produtividade de milho quando em consórcio com *B. Brizantha* semeada na linha e entrelinha.

Diferentemente dos resultados obtidos neste experimento Borghi e Cruciol (2007) constataram que a produtividade da cultura do milho solteiro superou em 2.936 Kg ha<sup>-1</sup> quando comparado com a cultura do milho consorciada com *Brachiaria brizantha*, independente do local de semeadura (linha e entrelinha) semeadas simultaneamente com a cultura do milho em espaçamento de 0,45 metro.

#### *Propriedades físicas do solo*

Ao avaliar a porosidade total do solo dentro das diferentes épocas de semeadura da braquiária, constatou-se maior porosidade total do solo (0,609 m<sup>-3</sup> m<sup>-3</sup>) quando a braquiária foi semeada simultaneamente ao milho (Tabela 3). Nessa condição houve maior produção de massa seca braquiária (Tabela 1), o que provavelmente resultou em maior desenvolvimento radicular, maior agregação e maior porosidade total.

**Tabela 3.** Média da porosidade total do solo (m<sup>-3</sup> m<sup>-3</sup>) após consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 semeada em diferentes épocas e sistemas de semeadura.

Sistemas de Semeadura	Épocas	
	0 DAS	25 DAS
	Porosidade (m <sup>-3</sup> m <sup>-3</sup> )	
Linha	0,569 bA*	0,559 aA
Entrelinha	0,609 aA	0,543 aB

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Ao analisar os sistemas de semeadura (linha e entrelinha) houve diferença entre os tratamentos. A maior porosidade total foi observada quando a braquiária foi semeada no sistema entrelinha simultaneamente ao milho e não houve diferença entre os sistemas de semeadura quando esta foi semeada aos 25 DAS (Tabela 3). No sistema entrelinha a braquiária teve seu desenvolvimento favorecido, resultando em maior produção de massa seca (Tabela 1). As raízes ao penetrarem no solo ou após sua decomposição contribuem para melhorias nas propriedades físicas do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005). Segundo Ferreira, Tavares Filho e Ferreira (2010) o sistema radicular de gramíneas

pode promover muitos benefícios nas propriedades físicas do solo tais como: aumento na porosidade, redução de densidade e aumento de agregados.

Todavia, ao analisar os sistemas e a época de semeadura no consórcio em duas profundidades: 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m; não foi observado diferença significativa para macroporosidade e microporosidade do solo (Tabela 4). A macroporosidade, ou porosidade ocupada com ar é uma medida diretamente relacionada com a difusão de oxigênio no solo para as raízes. Geralmente os microporos são mais resistentes à deformação e, portanto pouco alterados pelo manejo em Latossolos (SOUZA NETO et al., 2008).

**Tabela 4.** Macroporosidade, microporosidade e do solo em duas profundidades, após o consórcio de milho com *Brachiaria brizantha* cv. MG-4 semeada em diferentes épocas e sistemas de semeadura.

Tipo de consórcio	Profundidade	
	0 – 0,10 m	0,10 – 0,20 m
Macroporosidade do solo (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
Milho + braquiária na linha 0 DAS	0,19 Aa <sup>1</sup>	0,15 Aa
Milho + braquiária na linha 25 DAS	0,17 Aa	0,14 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 0 DAS	0,23 Aa	0,17 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 25 DAS	0,13 Aa	0,14 Aa
Milho solteiro – testemunha	0,14 Aa	0,13 Aa
C.V.%	23 %	
Microporosidade do solo (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		
Milho + braquiária na linha 0 DAS	0,39 Aa	0,41 Aa
Milho + braquiária na linha 25 DAS	0,40 Aa	0,41 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 0 DAS	0,40 Aa	0,42 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 25 DAS	0,40 Aa	0,42 Aa
Milho solteiro – testemunha	0,41 Aa	0,44 Aa
C.V.%	6,1 %	
Densidade do solo (Mg m <sup>-3</sup> )		
Milho + braquiária na linha 0 DAS	1,27 Bb <sup>1</sup>	1,44 Aa
Milho + braquiária na linha 25 DAS	1,40 Ba	1,46 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 0 DAS	1,25 Bb	1,42 Aa
Milho + braquiária na entrelinha 25 DAS	1,38 Ba	1,43 Aa
Milho solteiro – testemunha	1,38 Ba	1,41 Aa
C.V.%	8,9 %	

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si a 5% pelo teste de Tukey.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Houve efeito do consórcio na variável densidade do solo. Na profundidade de 0-0,10 m a densidade média do solo no consórcio foi de 1,32 Mg m<sup>-3</sup>, sendo inferior a da testemunha (cultivo do milho solteiro), cuja densidade foi de 1,38 Mg m<sup>-3</sup> (Tabela 4). A presença de um sistema radicular denso das gramíneas utilizadas no consórcio contribuiu para a redução na densidade do solo. De acordo com Silva e Mielniczuk, (1997); e CRUCIOL et al., (2007); o crescimento do sistema radicular das plantas proporciona estruturação do solo que reequilibra sua porosidade e reduz sua densidade. Por outro lado, isso não ocorreu na profundidade de 0,10 a 0,20 m; onde não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 4). Os valores de densidade observados neste trabalho encontram abaixo do valor considerado crítico para solos de textura argilosa, em estado de capacidade de campo, que é de 1,55 Mg m<sup>-3</sup> (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003).

Ao avaliar a densidade do solo entre as profundidades (0-0,10 e 0,10-0,20 m) foram constatadas diferenças significativas. As menores densidades do solo foram observadas na profundidade de 0 a 0,10 m; sendo que na profundidade de 0,10 a 0,20 m a densidade foi superior em 8,5% (Tabela 4).

O menor valor da densidade do solo na camada superficial pode ser decorrente da concentração do sistema radicular da gramínea nesta profundidade, onde há maior concentração de nutrientes e favoreceu o desenvolvimento das mesmas (SPERA et al., 2002). Outro fator que também contribuiu para este resultado são os sucessivos ciclos de umidificação e secagem, mais atuantes na camada superficial, que promovem a formação de agregados maiores, e conseqüentemente, menor densidade (WENDLING et al., 2005).

Corroborando com os resultados Denardin et al. (2008), estudando o cultivo de milho consorciado com *Brachiaria brizantha*, encontraram diferenças significativas na densidade do solo entre profundidades de 0-5 cm e de 5-22 cm; sendo que na profundidade de 5-22 cm a densidade foi superior em 28% em relação a profundidade de 0-5 cm.

## Conclusões

Os componentes de produção da braquiária foram menores quando esta foi semeada 25 dias após a semeadura do milho, e entre os sistemas quando a braquiária foi semeada na linha.

Não houve redução na produtividade de grãos de milho em consórcio com a braquiária, semeadas no sistema linha e entrelinha simultaneamente ao milho e aos 25 DAS.

O consórcio de braquiária com milho promoveu aumento na porosidade total do solo e redução na densidade do solo.

## Referências

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.
- ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. *Sistema de produção*. 2. ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho/index.htm>>. Acesso em: 12 set. 2010.
- ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; FULANI JUNIOR, E.; BUZZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um Latossolo em sistema de plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. *Acta Scientiarum, Agronomy*, Maringá, v. 30, n. 1, p. 109-115, 2008.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORNSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a resposta de dois híbridos simples de milho à densidade de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. *Resumos...* Uberlândia: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer, 2000. CD-ROM.
- ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; PRADO WILDNER, L. do. Comportamento de atributos relacionados com a forma de estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 425-435, 2005.

- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Cultivo consorciado de milho com colônia (Panicum maximum cv. Aruana). *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BEUTLER, A. N.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; FERREIRA, M. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 25, n. 1, p. 167-177, 2001.
- BORGHI, E.; COSTA, N. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P. Influência da distribuição espacial do milho e da *Brachiaria brizantha* consorciados sobre a população de plantas daninhas em sistema de plantio direto na palha. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 26, n. 3, p. 559-568, 2008.
- 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, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; COSTA, C. Desenvolvimento da cultura do milho em consórcio com *Brachiaria brizantha* em sistema de plantio direto. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 19-33, 2006.
- CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Pasturas Tropicales*, Colombia v. 17, n. 1, p. 24-30, 1995.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R. Competição entre plantas com ênfase no recurso luz. *Ciência Rural*. Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 167-174, 1996.
- CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M.; GARCIA, R. Produção forrageira e alterações morfológicas em gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais... Juiz de Fora*, v. 2, p. 338-340, 1997.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.
- 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, n. 5, p. 777-788, 2005.
- 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. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 54). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp54.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp54.htm)>. Acesso em: 20 abr. 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1997. 212 p.
- \_\_\_\_\_. Centro de pesquisa em solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. *Produção de milho*. Guaíba: Agropecuária, 2000. p. 21-54.
- FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.
- 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, n. 1, p. 22-30, 2007.
- FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V. E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Brachiaria brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 49-58. 2005.
- GARCÍA-PRÉCHAC, F.; ERNST, O.; SIRI-PRIETO, G.; TERRA, J. A. Integrating no-till into crop-pasture rotations in Uruguay. *Soil Tillage Research, Amsterdam*, v. 77, n. 1, p. 1-13, 2004.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P.; COSTA, J. L. S.; SILVA, J. G.; VILELA, L.; BACELLOS, A. O.; MAGNABOSCO, C. U. *Sistema Santa Fé – tecnologia embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos*

- sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular Técnica, 38)
- KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *Integração lavoura-pecuária*. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 131-141.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1269-1276, 2011.
- LUDLOW, M. M.; WILSON, G. L.; HESLEHURST, M. R. Studies on the productivity of tropical pasture plants. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 25, n. 3, p. 425-433, 1974.
- MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M. da; SANTOS JUNIOR, J. D. G.; SÁ, M. A. C. de; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 6, p. 873-882, 2007.
- MOURA ZANINE, A.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; CARVALHO, G. G. F. de. Potencialidade da integração lavoura-pecuária: relação planta-animal. *Revista Electrónica de Veterinária*, Málaga, v. 2, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010106.html>>. Acesso em: 12 dez. 2010.
- PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCÓPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; CARMO, M. L.; PETTER, F. A. Sobressemeadura da soja como técnica para supressão da emergência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, 2009.
- PANTANO, A. C. *Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto*. 2003. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.
- PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise de crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. *Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas, Instituto Agrônomo, 2001. 284 p.
- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Ciência e Ambiente*, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.
- SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; BOGO, A.; KOTHE, D. M. Incidência e severidade de doenças de quatro híbridos de milho cultivados com diferentes densidades de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 17-21, 2000.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ – SEAB. Curitiba: Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná, 2011. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso em: 23 jan. 2011.
- SILVA CRUZ, S. C.; SILVA PEREIRA, F. R.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos de solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 31, n. 4, p. 633-639, 2009.
- SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. (Ed.). *Manejo integrado: integração agricultura-pecuária*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 117-169. 2004.
- SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados do solo. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 113-117, 1997.
- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.
- SOUZA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 2, p. 255-260, 2008.

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.

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.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG: sistema para análises estatísticas e genéticas. Versão 9.1. Viçosa, Fundação Arthur Bernardes, 2007. CD-ROM.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 40, n. 5, p. 487-494, 2005.