

# EFEITO DE COBERTURAS VEGETAIS SOBRE OS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO SORGO GRANÍFERO

## EFFECT OF COVER CROPS ON SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES AND AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF GRAIN SORGHUM

Marcos Koiti KONDO<sup>1</sup>; Carlos Juliano Brant ALBUQUERQUE<sup>2</sup>; Beno WENDLING<sup>3</sup>; Paulo Barbosa da SILVA<sup>4</sup>; Maurício Mendes CARDOSO<sup>5</sup>

1. Doutor, Professor da Universidade Estadual de Montes Claros - UNIMONTES, Janaúba, MG, Brasil. [marcos.kondo@unimontes.br](mailto:marcos.kondo@unimontes.br); 2. Doutor, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Uberlândia, MG, Brasil; 3. Doutor, Professor da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 4. Graduando em Agronomia - UNIMONTES, Janaúba, MG, Brasil; 5. Engenheiro Agrônomo da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Nova Porteirinha, MG, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar os atributos físicos do solo e as principais características agronômicas do sorgo granífero no sistema de plantio direto em área com diferentes coberturas vegetais. O experimento foi conduzido durante dois anos agrícolas (2008/09 e 2009/10). No primeiro ano foram semeadas sete espécies de gramíneas em consórcio com o sorgo para formação de pastagem, além do sorgo solteiro definindo os oito tratamentos. As coberturas vegetais foram roçadas simulando um pastejo diferido. No segundo ano agrícola, por ocasião da semeadura direta do sorgo, as forrageiras existentes na área experimental foram previamente dessecadas com herbicida para o plantio direto do sorgo. As áreas que representavam o plantio convencional foram gradeadas novamente. Em relação aos atributos físicos do solo, o experimento foi conduzido sob um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 8 (tratamentos) x 3 (profundidades) com quatro repetições. Para os dados relacionados às características agronômicas do sorgo o experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Concluiu-se que as diferentes forrageiras usadas na formação de cobertura vegetal para o plantio direto afetam tanto os atributos físicos do solo como a produtividade de grãos do sorgo granífero. O sistema radicular das gramíneas forrageiras promove a melhoria da qualidade física do solo, principalmente a porosidade, sendo necessário manejo adequado da adubação nitrogenada no plantio direto, em função da grande produção de palhada e elevada relação C/N e caule/folha das forrageiras.

**PALAVRAS – CHAVE:** *Sorghum bicolor*. Plantio direto. Macroporosidade. microporosidade. Grãos.

### INTRODUÇÃO

O uso do sorgo em consórcio com forrageiras pode favorecer sistemas de produção em regiões semiáridas e em locais onde seu uso é comum na sucessão de culturas. As condições climáticas relacionadas com a baixa disponibilidade hídrica e altas temperaturas, comuns principalmente na região semiárida brasileira, não inibem significativamente as potencialidades desta gramínea tropical, que pode ser empregado na alimentação das criações tanto na forma de silagem como em rações concentradas.

A rotação de culturas anuais com pastagens, também denominada como sistema de integração lavoura-pecuária, tem apresentado resultados significativos, tornando-se interessante alternativa para a sustentabilidade econômica e ecológica dos sistemas de produção agrícola.

Com a adoção do sistema de integração lavoura-pecuária, há um incremento na renda da propriedade pela possibilidade de obtenção de

ganho de peso animal ou manutenção de maior número de animais na propriedade. A utilização do consórcio de culturas anuais com forrageiras, pode ser preconizado na formação e na reforma de pastagens, na produção de forragem para alimentação animal na entressafra e também para confinamento de bovinos, bem como na obtenção de cobertura morta para plantio direto de culturas (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003). Ao se combinar espécies anuais e perenes ocorre um efeito sinérgico na produtividade e nos atributos do solo, refletindo na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, reduzindo os riscos econômicos que derivam da exploração isolada das espécies.

Neste sistema de cultivo, torna-se indispensável a formação e manutenção da cobertura morta sobre o solo. Esta prática protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminui o escoamento da enxurrada e fornece ao solo a matéria orgânica que aumenta a sua resistência ao

processo erosivo, diminuindo ainda a temperatura do solo, reduzindo as perdas por evapotranspiração (ASSIS; BAHIA, 1998).

Entretanto, em regiões onde há predomínio de temperaturas altas associadas à distribuição irregular de chuvas com altas precipitações no verão, a oxidação da matéria orgânica é muito rápida (PAULA et al., 1998). Nessas regiões a mineralização da matéria orgânica chega a ser cinco vezes mais rápida do que aquela observada nas regiões temperadas (PANTANO, 2003).

Para a adoção do sistema de plantio direto em regiões quentes e secas, faz-se necessário a manutenção da cobertura permanente do solo. Os resíduos de gramíneas, quando adicionados à superfície do solo, apresentam decomposição mais lenta, quando comparado com leguminosas e crucíferas (AMADO et al., 2002). Isto ocorre devido à alta relação C/N das gramíneas e em muitos casos à reduzida disponibilidade de N mineral no solo.

As gramíneas forrageiras geram rapidamente, melhorias na qualidade física do solo, com aumento da porosidade do solo e maior estabilidade de agregados em água. Blanchart et al. (2004) identificaram, além destes aspectos citados, a redução da erodibilidade de Vertisol, cultivado por dois anos com pastagem irrigada de *Digitaria decumbens* (capim Pangola), sob pastejo de ovinos. O principal fator determinante na alteração dos atributos físicos do solo foi o aumento da biomassa de raízes, que apresentou alta correlação com as propriedades físicas avaliadas, além de haver contribuição de minhocas (*Polypheretima elongata*) e do maior conteúdo de matéria orgânica.

Em sistemas de cultivo convencional, a estrutura do solo é construída e destruída a cada ciclo cultural. Por outro lado, a implantação de pastagens pode, em um curto período de tempo, alterar a estabilidade de agregados e a porosidade do solo, como demonstrado por Francis e Kemp (1990) a partir da análise micromorfológica do solo sob pastagem implantada há dois anos. Nessas pastagens recém implantadas, há um incremento de agentes ligantes e aumento na macroporosidade em função do crescimento radicular e atividade de minhocas, que formam vasta rede de bioporos, orientados verticalmente (HAYNES; FRANCIS, 1990).

Considerando a condição semiárida do Estado de Minas Gerais, trabalhos científicos envolvendo plantio direto são escassos. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos de solo e as principais características agrônômicas do sorgo granífero no sistema de plantio direto em área com diferentes coberturas vegetais e sob o plantio convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante dois anos em área experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). A área situa-se a 12 km da sede municipal de Jarba, MG, nas coordenadas 15°16'20'' S e 43°40'23''W, altitude de 456 m, em um Latossolo Vermelho Eutrófico. O clima é tropical alternadamente seco e úmido, de acordo com a classificação de Köppen (JACOMINE et al., 1979). A temperatura média anual é de 28° C e a pluviosidade se distribui principalmente de novembro a janeiro em valores anuais de 750 mm.

O solo do experimento (Latossolo Vermelho eutrófico) apresenta elevada fertilidade, caracterizada pelos resultados das análises do solo (0-20 cm de profundidade), antes da implantação do experimento, que apresentaram os seguintes valores: pH em H<sub>2</sub>O (6,8); H + Al (1,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Al 0,0 (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Ca (9,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg (1,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); K (155,0 mg dm<sup>-3</sup>); P (3,0 mg dm<sup>-3</sup>); Zn (5,3 mg dm<sup>-3</sup>); Fe (46,2 mg dm<sup>-3</sup>); Mn (130,7 mg dm<sup>-3</sup>); Cu (0,9 mg dm<sup>-3</sup>); B (0,9 mg dm<sup>-3</sup>); Mat. org. (3,4 dag kg<sup>-1</sup>); SB (12,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); T (13,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); t (12,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V (91,0%); m (0,0%); Areia (200 g kg<sup>-1</sup>); Silte (340 g kg<sup>-1</sup>); Argila (460 g kg<sup>-1</sup>). Classe textural argilosa.

No primeiro ano agrícola, em dezembro de 2008 foram semeadas sete espécies de gramíneas em consórcio com o sorgo para formação da pastagem, além do sorgo solteiro, definindo os oito tratamentos: a) *Brachiaria decumbens* + sorgo; b) *Brachiaria brizantha* + sorgo; c) *Brachiaria ruziziensis* + sorgo; d) *Cenchrus ciliaris* v. Áridus + sorgo; e) *Cenchrus ciliaris* v. 131 + sorgo; f) *Panicum maximum* Jacq. cv. Colômbia + sorgo; g) *Andropogon gayanus* + sorgo; h) Sorgo solteiro. O plantio foi convencional para formar as áreas com os diferentes tratamentos sendo realizada a descompactação e correção da fertilidade dos solos. As sementes das forrageiras foram misturadas com o adubo na ocasião do plantio do sorgo.

Utilizou-se a densidade de 180.000 plantas ha<sup>-1</sup> para a cultura do sorgo granífero com espaçamento entre as fileiras de 70 cm. Adotou-se a quantidade de 420 pontos de valor cultural por hectare para as sementes das forrageiras. Na adubação de plantio foram utilizados 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4 (N):30 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):10 (K<sub>2</sub>O) mais 0,5% de Zn, com base na análise de solo. Este formulado é muito utilizado em lavouras de sorgo por suprir as exigências nutricionais da cultura. Realizou-se apenas uma adubação de cobertura com 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (fonte cloreto de potássio) e 80 kg ha<sup>-1</sup> de N

(fonte uréia). No controle de plantas daninhas foi utilizado, na pós-emergência, o herbicida Gezaprim® 500 (atrazine), na dosagem de 2 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial.

As coberturas vegetais foram roçadas em julho de 2009 e as forragens retiradas da área simulando um pastejo diferido aos sete meses após sementeira consorciada.

No segundo ano agrícola, em dezembro de 2009, por ocasião da sementeira direta do sorgo, as forragens existentes na área experimental foram previamente dessecadas com 5 L ha<sup>-1</sup> de glyphosato para o plantio direto do sorgo. As áreas que representavam o plantio convencional foram gradeadas novamente. O plantio foi realizado com sementeira padronizando-se a profundidade das sementes a 2 cm da superfície do solo em todos os tratamentos. Repetiram-se os mesmos tratamentos culturais e adubações realizados na abertura da área quando as forrageiras foram consorciadas com sorgo. Após a colheita do sorgo foram coletadas as amostras de solo para análise física.

As parcelas foram constituídas por quatro linhas de seis metros. Foram consideradas o centro das duas linhas centrais para a coleta das amostras de solo. Em relação aos atributos físicos do solo, o experimento foi conduzido sob um delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 8 (tratamentos) x 3 (profundidades) com quatro repetições. Para os dados relacionados às características agronômicas do sorgo o experimento foi conduzido em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições.

As determinações dos atributos físicos dos solos foram realizadas antes da sementeira direta com o auxílio de monólitos indeformados de solo, coletados em anéis de volume conhecido (altura de 41 mm e diâmetro de 55 mm) em dois pontos na área entre as duas linhas centrais previamente identificadas do ano anterior, com amostrador de Uhland, nas profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm. Para as determinações da macroporosidade e microporosidade do solo, foi utilizado o método da mesa de tensão, sendo a densidade do solo obtida pelo método do anel volumétrico, conforme EMBRAPA (1997). A porosidade total foi calculada pela somatória dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo.

Para o sorgo granífero, foram avaliados no sistema de plantio direto os parâmetros de altura de plantas (m) e produtividade de grãos (Mg ha<sup>-1</sup>).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2003). As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo para os diferentes tratamentos nas três profundidades estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt) e densidade do solo (Ds) nas profundidades de 0-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m para os diferentes tratamentos estudados

Fonte de variação	L	Quadrado médio			
		Ma (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Mi (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	Ds (Mg m <sup>-3</sup> )
Blocos		0,0003	0,0006	0,0042	0,0058
Tratamentos (T)		0,0121**	0,0008	0,0119*	0,0167
Profundidades (P)		0,0456**	0,0041*	0,0014	0,0494*
T x P	4	0,0046**	0,0007	0,0019	0,0157
Erro	9	0,0013	0,0011	0,0054	0,1417
Média geral		0,120	0,410	0,530	1,300
C.V. (%)		30,520	7,860	13,850	9,150

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste f; \* significativo a 5% de probabilidade pelo teste f

Considerando a macroporosidade do solo, houve diferenças ( $p \leq 0,01$ ) para o efeito de tratamentos, profundidades e interações tratamentos x profundidades. Para microporosidade e densidade do solo relatou-se efeito apenas das profundidades avaliadas ( $p \leq 0,05$ ). Na porosidade notaram-se diferenças nos tratamentos ( $p \leq 0,05$ ). A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação referente aos atributos físicos dos solos apresentou valores entre 7,86% a 30,52%.

O efeito dos tratamentos sobre a macroporosidade do solo pode ser atribuída em função das diferenças entre a estrutura radicular das espécies forrageiras. As raízes de *B. brizantha*, *Panicum maximum* e *B. decumbens* promoveram melhor estruturação do solo, aumentando os valores de macroporosidade que elevaram a porosidade total. Esta condição também foi observada por Blanchart et al. (2004) em pastagem irrigada de *D. decumbens*, relacionada com o aumento da biomassa de raízes, matéria orgânica e a presença de minhocas. Mesmo em curto período de tempo, a implantação de pastagens pode alterar a estabilidade de agregados e a porosidade do solo, pela formação de bioporos a partir do crescimento radicular e galerias construídas pela macrofauna do solo (HAYNES; FRANCIS, 1990).

É importante destacar que sistemas radiculares possuem capacidade de penetração no solo diferenciada conforme a espécie, sendo que gramíneas, pela intensa proliferação de raízes fasciculadas na camada arável do solo, são mais eficientes que espécies com raízes pivotantes. Tal diferenciação é evidente em condições de excesso de compactação, seja pelo pisoteio animal

excessivo, tráfego de máquinas ou uso inadequado de máquinas de movimentação do solo, produzindo camadas compactadas em subsuperfície, conhecidas como “pé de arado” ou “pé de grade” localizadas entre 0,1 e 0,3 m de profundidade.

Em condições onde os fatores de formação do solo (notadamente o material de origem, clima e relevo) favoreceram a pedogênese de camadas e horizontes adensados naturalmente (B textural ou B nítico) também é verificável tal diferença, tendo maior eficiência na elevação da macroporosidade do solo aquelas espécies com desenvolvimento radicular mais profundo. Neste trabalho, o Latossolo Vermelho não possui adensamentos naturais significativos, havendo maior importância os fenômenos de aplicação de cargas sobre o solo além de sua capacidade de suporte.

Constatou-se claramente a presença de impedimento físico pela menor disponibilidade de macroporos na camada intermediária analisada (Tabela 2). Valores de macroporosidade inferiores a  $0,1 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  (VOMOCIL; FLOCKER, 1966; GREENLAND, 1981) são limitantes para o pleno desenvolvimento das raízes, tendo-se restrições para os capins *Cenchrus ciliaris* e *Andropogon gayanus*. Esta baixa quantidade de macroporos leva à menor alongação radicular, diminuindo a movimentação da água dentro do perfil do solo e as trocas gasosas, prejudicando toda a atividade biológica no solo. Em solos de textura média a argilosa, considera-se o limite de  $0,04 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  como indicador de ambiente degradado, pela compactação ou consolidação (DREWRY; PATON, 2005; REYNOLDS et al. 2007).

**Tabela 2.** Resultados médios da macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) em função das diferentes profundidades e tratamentos avaliados

Tratamentos	Profundidade (m)		
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3
<i>C. ciliaris</i> v. 131	0,125 aA	0,020 bB	0,170 aA
<i>Andropogon gayanus</i>	0,135 aA	0,070 bB	0,115 aA
<i>C. ciliaris</i> v. aridus	0,113 aA	0,058 bB	0,138 aA
<i>B. brizantha</i>	0,155 aA	0,145 aA	0,185 aA
<i>Panicum maximum</i>	0,120 aA	0,163 aA	0,155 aA
<i>B. decumbens</i>	0,168 aA	0,125 aA	0,175 aA
<i>B. ruzizienses</i>	0,168 aA	0,030 bB	0,140 aA
Plantio convencional	0,053 bB	0,018 bB	0,138 aA
Médias	1,037	0,629	1,216

Médias com a mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O plantio convencional, com o uso de grade e arado em condições muitas vezes de umidade do solo excessiva, potencializa o efeito compactador da aplicação das cargas sobre o solo, reduzindo a macroporosidade. Também em condições de tráfego em solo seco (abaixo da faixa de friabilidade), tem-se a pulverização da estrutura do solo, elevando o risco de erosão pelo encrostamento superficial do solo, desprotegido pela ausência de cobertura morta,

e compactação, quando ocorrer aumento da umidade e tráfego de máquinas.

Uma indicação da presença de compactação no solo é a relação desigual entre macroporosidade e microporosidade, sem ocorrer alteração substancial no valor da porosidade total. Esta condição é observada nas Tabelas 3 e 4, onde a microporosidade média representou 78% da porosidade total média de todos os tratamentos.

**Tabela 3.** Valores médios da microporosidade em função da profundidade avaliada.

Microporosidade ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )	Profundidade (m)		
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3
	0,408 B	0,426 A	0,405 B

Médias com a mesma letra na linha pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 4:** Valores médios da porosidade total nos diferentes tratamentos.

Tratamentos	Porosidade total ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )
<i>C. ciliaris</i> v. 131	0,512 b
<i>Andropogon gayanus</i>	0,527 b
<i>C. ciliaris</i> v. aridus	0,516 b
<i>B. brizantha</i>	0,578 a
<i>Panicum maximum</i>	0,530 b
<i>B. decumbens</i>	0,578 a
<i>B. ruzizienses</i>	0,519 b
Plantio convencional	0,485 b
Média	0,530

Médias com mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Considerando os valores médios da porosidade total verificou-se maiores valores para *B. brizantha* e *B. decumbens* (Tabela 4). No geral, a porosidade total ultrapassou  $0,5 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  em todos os tratamentos, exceto para o plantio convencional. Tal valor encontra-se dentro da faixa média encontrada na literatura, já que o valor de porosidade total não sofre grande alteração, independentemente do manejo do solo (ARAÚJO et al., 2010).

A densidade do solo teve valor superior na profundidade intermediária, indicando a presença de camada compactada (Tabela 5). Possivelmente, ao longo de mais alguns anos, poderá ocorrer

diferenciação entre os tratamentos, gerando diferentes valores de densidade conforme a espécie forrageira utilizada. A mínima mobilização do solo e a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo no sistema de plantio direto diminui as perdas de solo e de água por erosão, entretanto, os fatores que determinam as mudanças nos atributos dos solos ocorrem lentamente, visto que a falta de mobilização do solo causa inicialmente diminuição do volume do espaço poroso do solo (STONE; SILVEIRA, 2001; SECCO et al., 2005; FERNANDES et al., 2007).

**Tabela 5.** Valores médios da densidade do solo nas diferentes profundidades avaliadas

Densidade do solo ( $\text{Mg m}^{-3}$ )	Profundidade (m)		
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3
	1,291 B	1,344 A	1,267 B

Médias com a mesma letra na linha pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os resumos das análises de variância para as características agrônomicas do sorgo granífero estão apresentados na Tabela 6. Altura de plantas não foi afetada pelos diferentes tratamentos. Já para a produtividade de grãos constataram-se diferenças ( $p \leq 0,01$ ) entre os tratamentos. A precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação (CV) apresentou 4,95% para altura das plantas e 10,67% para produtividades de grãos. Valores

semelhantes de CV foram relatados por Albuquerque (2009).

A altura média de plantas obtida foi de 1,21 m e a produtividade média de grãos do experimento foi de 2,24 Mg ha<sup>-1</sup>. A produtividade média do sorgo no Brasil, no ano de 2009, situou-se em torno dos 2,15 Mg ha<sup>-1</sup> e, no norte de Minas Gerais, ao redor de 1,64 Mg ha<sup>-1</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância para altura de plantas (AP) e produtividade de grãos (PG) do sorgo granífero semeado em sete coberturas vegetais no sistema de plantio direto e sob plantio convencional

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	
		AP (m)	PG (Mg ha <sup>-1</sup> )
Blocos	3	0,003	0,018
Tratamentos	7	0,009	3,969**
Erro	21	0,003*	0,057
Média Geral		1,216	2,242
CV (%)		4,950	10,670

\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste f; \*\* significativo a 5% de probabilidade pelo teste f

As produtividades de grãos nos diferentes tratamentos variaram de 1,42 Mg ha<sup>-1</sup> a 4,46 Mg ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup>. O sorgo no sistema convencional apresentou a maior produtividade (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores de produtividade de grãos do sorgo granífero semeado em sete coberturas vegetais no sistema de plantio direto e sob plantio convencional.

Tratamentos	Produtividade de Grãos (Mg ha <sup>-1</sup> )
<i>C. ciliaris</i> v. 131	2,180 c
<i>Andropogon gayanus</i>	1,415 d
<i>C. ciliaris</i> v. aridus	2,120 c
<i>B. brizantha</i>	1,525 d
<i>Panicum maximum</i>	1,855 d
<i>B. decumbens</i>	2,758 b
<i>B. ruziziensis</i>	1,623 d
Plantio convencional	4,463 a
Média	2,242

Médias com a mesma letra minúscula na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, de acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A variação da produtividade de grãos do sorgo granífero pode relacionar-se principalmente com o grau de sombreamento da cultura pela cobertura vegetal no início do desenvolvimento, onde espécies produtoras de maior quantidade de palhada, principalmente de maior relação C/N e aquelas que possuem porte maior e mais ereto (*Andropogon gayanus*, *B. brizantha*, *Panicum maximum* e *B. ruziziensis*), provocam efeito supressivo na cultura do sorgo pela imobilização intensa de nitrogênio, resultado da ação da

microbiota do solo na decomposição da matéria orgânica. Tal condição não foi observada no plantio convencional, confirmando tal hipótese.

É importante ressaltar que sistemas de manejo do solo visando a integração lavoura-pecuária devem ser avaliados nos atributos físicos do solo com cuidado, principalmente nos primeiros anos do processo de integração. É razoável o discernimento já existente neste trabalho, entre os diferentes manejos e o sistema de plantio convencional. Porém, destaca-se a necessidade de

avaliação durante maior período (cinco a dez anos) para haver condições propícias à reestruturação e equilíbrio do solo, gerando maior estabilidade e clara distinção dos atributos do solo, evidenciando a sustentabilidade dos sistemas de integração.

## CONCLUSÕES

As diferentes forrageiras usadas na formação de cobertura vegetal para o plantio direto afetam os atributos físicos do solo e a produtividade de grãos do sorgo granífero.

Espécies gramíneas forrageiras com sistema radicular agressivo promovem melhoria na qualidade física do solo excessivamente compactado.

Espécies forrageiras em cobertura morta, que possuem grande produção de palhada e elevada relação C/N e caule/folha, exigem maior atenção na adubação nitrogenada no plantio direto.

Experimentos de longa duração são necessários para elucidação das diferenças entre atributos do solo sob plantio direto e convencional, nos sistemas de integração sinérgica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG e o Banco do Nordeste / Etene - Fundeci pela concessão de bolsas e financiamento do trabalho.

---

**ABSTRACT:** The objective of this work was evaluated the physical attributes of soil and the main agronomic characteristics of sorghum for grain in no-tillage under different vegetation cover. The experiment was conducted during two growing seasons. In the first years were sown seven grass species in intercropping with sorghum for pasture establishment and the sorghum single defining the eight treatments. In the second season, when direct sowing of sorghum, forages available in the trial were previously desiccated for no-till sorghum. The areas representing the tillage had been barred again. In relation to soil physical properties, experiments were conducted under a randomized block design in factorial 8 (treatments) x 3 (depths) with four replications. Data related to the agronomic characteristics of the sorghum experiment was conducted in a randomized block design with four replications. It concluded with the work that the various forages used in the formation of vegetation for no-tillage affects both soil physical properties such as grain yield of sorghum.

**KEYWORDS:** *Sorghum bicolor*. No-tillage. Macroporosity. Microporosity. Grain. Short-term.

---

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B. **Arranjo de plantas de sorgo para a região do semi-árido de Minas Gerais**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura no solo, sob sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 241-248, 2002.
- ARAÚJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. C. L.; SOUZA, Z. M.; SOUSA, C. M. Physical quality of a yellow latossol under integrated crop-livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 717-721, n. 3, jun. 2010.
- ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Conservação do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 191, p. 71-8, 1998.
- BLANCHART, E.; ALBRECHT, A.; CHEVALLIER, T.; HARTMANN, C. The respective roles of roots and earthworms in restoring physical properties of Vertisol under a *Digitaria decumbens* pasture (Martinique, WI). **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 343-355, jul. 2004.
- DREWRY, J. J.; PATON, R. J. Soil physical quality under cattle grazing of a winter-fed brassica crop. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 43, n. 4, p. 525-531, 30 jun. 2005.

- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212.
- FERNANDES, F. C. S.; ALVES, M. C.; SILVA, M. M. Produtividades de culturas e atributos físicos de um latossolo afetados pelo sistema de manejo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 3, p. 297-308, 2007.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** software: versão 5.0 (Build 67). Lavras: DEX/UFLA. Universidade Federal de Lavras, 2003.
- FRANCIS, G. S.; KEMP, R. A. Morphological and hydraulic properties of a silt loam soil in New Zealand as affected by cropping history. **Soil Use and Management**, London, v. 6, n. 3, p. 145-151, 1990.
- GREENLAND, D. J. Soil management and soil degradation. **Journal of Soil Science**, London, v. 32, p. 301-322, set. 1981.
- HAYNES, R. J.; FRANCIS, G. S. Effects of mixed cropping farming systems on changes in soil properties on the Canterbury Plains. **New Zealand Journal of Ecology**, Lincoln, v. 14, p. 73-82, 1990.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produtividade do sorgo**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 8 abr. 2011.
- JACOMINE, P. K. T. **Conceituação sumária de classes de solos e critérios para subdividi-las**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979. 69p.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Eds.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 183-225.
- PANTANO, A. C. **Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- PAULA, M. B. de; ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Efeitos do manejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.
- REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; FOX, C. A.; TAN, C. S.; ZHANG, T. Q. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, p. 316-330, out. 2007.
- SECCO, D.; DA ROS, C. O.; SECCO, J. K.; FIORIN, J. E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 29, n. 3, p. 407-414, 2005.
- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 25, p. 395-401, 2001.
- VOMOCIL, J. A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, San Jose, v.4, p. 242-246, 1966.