



Associação de plantas de cobertura e práticas mecânicas na descompactação do solo para produção do milho safrinha⁽¹⁾.

Amanda Yamada Tamburus⁽²⁾; José Luiz Rodrigues Torres⁽³⁾; Danyllo Denner de Almeida Costa⁽²⁾; Venâncio Rodrigues e Silva⁽²⁾; Adriano Silva Araújo⁽²⁾; Leandro Resende Moreira.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fapemig.

⁽²⁾ Estudante de Graduação do Curso de Agronomia do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba. Rua João Batista Ribeiro, 4000, bairro Mercês, Uberaba-MG, CEP 38064-790, bolsista de Iniciação Científica PET/MEC, PET/MEC, PIBITI/CNPq, PIBIC/IFTM Institucional, PIVIC do IFTM. E-mail: amandayamada.95@mail.com; ⁽³⁾ Professor Titular, Doutor em Produção Vegetal do IFTM Campus Uberaba.

RESUMO: O Brasil ocupa a terceira posição no cenário mundial de produção de milho, contudo sua produtividade média é baixa ($5,3 \text{ t ha}^{-1}$), devido principalmente ao manejo inadequado do solo e ao agravamento dos problemas em relação à compactação, que alteram a dinâmica do ar e da água no solo e prejudicando desenvolvimento das plantas. Neste estudo avaliou-se a associação de plantas de cobertura e práticas mecânicas na descompactação do solo e sua influência na produtividade do milho cultivado em sucessão. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em esquema fatorial (5×2), onde foram utilizados 5 tratamentos nas parcelas principais: 1 – Escarificador a 0,30 m; 2 – Escarificador 0,50 m; 3 - Subsolador a 0,30 m; 4 - Subsolador a 0,50 m; 5 – Sem preparo, com duas coberturas (milheto e crotalária), com 4 repetições, em parcelas de $5 \times 10 \text{ m}$ de área, num total de 20 parcelas. Avaliou-se a resistência à penetração (RP), densidade do solo (Ds), umidade volumétrica (Uv), biomassa verde (BV) e seca (BS) e a produtividade do milho. Observou-se que o solo encontra-se com maior resistência a penetração na camada entre 0,10 a 0,30 m de profundidade. A produção de biomassa seca da crotalária foi maior na área sem preparo, enquanto que o mesmo ocorre no milheto na área sem preparo e escarificadas. A produtividade do milho não foi influenciada pelas plantas de cobertura e práticas mecânicas de descompactação utilizadas.

Termos de indexação: resistência à penetração, densidade do solo, manejo, produtividade.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais produzidos no mundo e tem como principais produtores os Estados Unidos, China, Brasil, Comunidade Econômica Europeia e Argentina. Mesmo ocupando esta terceira posição no cenário mundial, o Brasil tem produtividade média de

apenas $5,3 \text{ t ha}^{-1}$ (Conab, 2014). Este rendimento insatisfatório está relacionado a vários fatores, dentre eles pode-se destacar o manejo inadequado do solo, correção da acidez e da fertilidade do solo.

Com a implantação do sistema de semeadura direta (SSD) nas áreas agrícolas aumentou o uso intensivo de máquinas de grande porte e, conseqüentemente ocorreu incremento de peso e potência nas máquinas a fim de se aumentar a eficiência nas operações, contudo tem-se observado o agravamento dos problemas em relação à compactação, alterando a dinâmica do ar e da água no solo, prejudicando as trocas gasosas entre o solo e atmosfera e o desenvolvimento das plantas (Silveira Junior et al., 2012).

Os sistemas de preparo do solo e o uso de plantas de cobertura têm influência significativa na estrutura do solo e nos fluxos de água e ar. O preparo convencional normalmente degrada o solo pela redução de sua cobertura, do estoque de matéria orgânica e da estabilidade de agregados, promovendo a compactação, a erosão e, assim, a queda da produtividade (Argenton et al., 2005). Enquanto que o SSD causa a redução do tráfego de máquinas e do revolvimento do solo e, quando associado ao uso de plantas de cobertura e rotação de culturas, pode preservar ou recuperar a estrutura do solo, mantendo o sistema agrícola mais produtivo (Vezzani & Mielniczuk, 2009).

Quando ocorre a formação de camadas adensadas e/ou compactadas em áreas sob SSD, algumas práticas podem ser realizadas para amenizar o problema, contudo a ação mais comum é a implantação de sistemas de rotação de culturas envolvendo espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, que dependendo do nível de compactação é preciso que estas plantas estejam associadas a práticas mecânicas para descompactar o solo. Neste estudo avaliou-se a associação de plantas de cobertura e práticas mecânicas na descompactação do solo e sua influência na produtividade do milho cultivado em sucessão.



MATERIAL E MÉTODOS

O estudo está sendo realizado na área experimental do IFTM Campus Uberaba-MG, localizado entre 19 °39'19" de latitude Sul e 47 °57'27" de longitude Oeste, com altitude de 795 m, numa área sob SSD há treze anos.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, apresentando inverno frio e seco, com médias anuais de precipitação e temperatura de 1600 mm e, 22,6 °C, respectivamente.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média, apresentando na camada de 0,00-0,20 m: 210 g kg⁻¹ de argila, 710 g kg⁻¹ de areia e 80 g kg⁻¹ de silte.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em esquema fatorial (5 x 2), onde são utilizados cinco tratamentos nas parcelas principais: 1 – Escarificador a 0,30 m; 2 – Escarificador 0,50 m; 3 - Subsolador a 0,30 m; 4 - Subsolador a 0,50 m; 5 – Sem preparo (área em pousio, onde se desenvolveu a vegetação espontânea a partir de bancos de sementes), com duas coberturas (crotalária e milho) nas parcelas secundárias, com 4 repetições. Estas parcelas terão 50 m² de área (5 x 10 m), num total de 20 parcelas.

Estas parcelas posteriormente foram subdivididas em duas subparcelas, onde foram cultivados crotalária e milho, que foram conduzidos até que as plantas tenham atingido 50% da área em pleno florescimento, a seguir será manejada e avaliada a produção biomassa seca (BS). Após o manejo das plantas de cobertura (dessecação), foi cultivado milho em sucessão.

Para caracterização da área, fez-se a avaliação da resistência à penetração (RP) com o penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar, com ângulo de ponteira cônica de 30°, nas profundidades de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 e 0,30-0,40; 0,40-0,50 m, 0,50-0,60 m. Os dados de campo foram obtidos em números de impactos (dm⁻¹), transformados em kgf cm⁻² através da equação $R(kgf\ cm^{-2}) = 5,6 + 6,98 N$. Os valores foram multiplicados pela constante 0,098 e transformados em MPa (Arshad et al., 1996).

A densidade do solo (Ds) e o conteúdo de água do solo medido através da umidade volumétrica (Uv) foram avaliados nas mesmas profundidades utilizando metodologia da Embrapa (1997).

A amostragem para avaliação da BS foi realizada em dois pontos ao acaso em cada parcela, numa área de 1,0 m² escolhidas aleatoriamente. O material vegetal será levado ao laboratório, colocado em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas, sendo posteriormente pesado e os resultados

expressos em t ha⁻¹. Após esta amostragem, as coberturas são dessecadas aplicando-se 1440 g ha⁻¹ de glifosato + 600g ha⁻¹ de Paraquat.

A avaliação da produtividade de milho foi realizada nas duas linhas centrais das parcelas. O material colhido foi conduzido ao laboratório, seco em estufa, pesado e os resultados expressos em t ha⁻¹. Os valores de massa de grãos são corrigidos para 13% de umidade.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com programa estatístico SISVAR, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após treze anos de cultivo sob semeadura direta nesta área com cobertura de pousio antecedendo as culturas comerciais, observou-se a presença de uma camada compactada na profundidade entre 0,10 a 0,30 m (**Tabela 1**). É possível observar que a resistência à penetração (RP) atingiu valores de 3,35 e 3,27 Mpa, que foram maiores (p<0,05) quando comparados às outras profundidades. Com relação à Ds e a Uv, observa-se uma tendência de diminuição destes valores em maiores profundidade.

Não existe consenso na literatura sobre quais são os valores de RP considerados críticos para o pleno crescimento das raízes das plantas, contudo aceita-se o valor de 2,0 MPa como limitante ao crescimento radicular para maioria das culturas (Silva et al., 2008). Para a Ds, Araujo et al. (2004) registram os valores críticos de 1,65 kg dm⁻³ para solos arenosos e 1,45 kg dm⁻³ para argilosos.

Segundo Torres & Saraiva (1999), a primeira e mais importante ação quando forem constatados problemas de compactação do solo é a implantação de rotação de culturas, pois esta prática tende a atenuar o problema, principalmente se os cultivos posteriores forem realizados com veículos e equipamentos que exerçam baixa pressão sobre o solo. Sistemas de rotação de culturas envolvendo espécies com sistema radicular vigoroso e profundo, como o do guandu, crotalária, aveia preta, tremoço, nabo forrageiro, milho e milho, auxiliam na redução da compactação do solo.

Analisando a **tabela 2** observa-se que não houve diferenças significativas com relação à produção de biomassa verde (BV) da crotalária nas áreas onde foram utilizadas as práticas mecânicas de descompactação do solo, enquanto que para o milho, as maiores produções ocorrem nas áreas escarificadas e na testemunha (sem preparo).

Com relação à biomassa seca (BS), para a crotalária o maior valor ocorreu na área sem preparo (5,3 t ha⁻¹), enquanto que para o milho ocorreu na



área sem preparo ($11,4 \text{ t ha}^{-1}$), nas áreas escarificadas a 0,30 m ($12,3 \text{ t ha}^{-1}$) e 0,50 m ($12,4 \text{ t ha}^{-1}$). Esta maior produção obtida pela crotalaria numa área compactada pode ser justificada pelo seu sistema radicular pivotante, que são capazes de crescer em camadas de solo compactado e formar bioporos estáveis e melhorar os atributos físicos naquela região, que segundo Magalhães et al. (2009) é uma característica importante do nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), guandú e a crotalaria.

Com relação ao milho, o sistema radicular fasciculado desenvolve mais de 75% até 0,40 m de profundidade (Segato et al., 2006), onde apresentam densa distribuição lateral.

Milho e crotalaria são as principais espécies utilizadas como coberturas de solo no Cerrado, que tem influenciado o rendimento das culturas sucessoras (Carvalho et al, 2004), entretanto neste estudo isto não foi observado, pois não houve diferenças ($p < 0,05$) na produtividade do milho quando cultivado sobre as coberturas utilizadas, em qualquer tratamento de descompactação (**Tabela 3**).

Os valores de produtividades observados neste estudo estão acima da média registrada para a região do Triângulo Mineiro de $6,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, que talvez possa ser justificado pela homogeneidade de solo nesta área experimental e pela mesma estar sob semeadura direta há mais de quatorze, o que proporcionou a estabilização do sistema, que pode ser comprovado pelo aumento da produtividade média ao longo dos anos de estudo na mesma área (Torres et al., 2014).

CONCLUSÕES

O solo encontra-se com maior resistência a penetração na camada entre 0,10 a 0,30 m de profundidade.

A produção de biomassa seca da crotalaria foi maior na área sem preparo, enquanto que o mesmo ocorreu no milho na área sem preparo e escarificadas.

A produtividade do milho não foi influenciada pelas plantas de cobertura e práticas mecânicas de descompactação utilizadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o IFTM Campus Uberaba pela infraestrutura disponibilizada, ao PET/CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica e aos professores, amigos e servidores pelo apoio e auxílio em todas as atividades realizadas.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.;

JONES, A.J., Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am., p.123-141, 1996.

ARAÚJO, M.A. et al. Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico após treze anos de semeadura direta. R. Bras. Ci., S., 28: 459-504, 2004.

ARGENTON, J.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C. & WILDNER, L.P. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. R. Bras. Ci. Solo, 29:425-435, 2005.

CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F.; SORATTO, R.P.; ALVES, M.C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional em solo de Cerrado. Pesq. Agr. Bras., 39: 1141-1148, 2004.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, v.1 safra 2013/2014, n.5, Quinto levantamento, Brasília, 2014, 69p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2ª ed., Ver. Atual. RJ: Embrapa, 1997, 212 p.

MAGALHÃES, E.N.; OLIVEIRA, G.C.; SEVERIANO, E.C.; COSTA, K.A.P. & CASTRO, M.B. Recuperação estrutural e produção do capim-Tifton 85 em um Argissolo Vermelho-Amarelo compactado. Ci. An. Bras., 10:68-76, 2009.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar. In: SEGATO et al. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Livrocere, 2006. p. 19-36.

SILVA, G.J.; VALADÃO JUNIOR, D.D.; BIANCHINI, A.; AZEVEDO, E.C.; MAIA, J.C.S. Variação de atributos físico-hídricos em Latossolo Vermelho-amarelo do cerrado Mato-grossense sob diferentes formas de uso. R. Bras. Ci. S., 32: 2135-2143, 2008.

SILVEIRA JUNIOR, S.D.; SILVA, A.P.; FIGUEIREDO, G.C.; TORMENA, C.A.; GIAROLA, N.F.B. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob plantio direto submetido à descompactação mecânica e biológica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 36: 1854-1867, 2012.

TORRES, J.L.R.T.; CUNHA, M.A.; PEREIRA, M.G.; VIEIRA, D.M.S. Cultivo de feijão e milho em sucessão a plantas de cobertura. Caatinga, 17: 117-125, 2014.

TORRES, E. & SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999. 40p. (Circular Técnica, 23).

VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. Uma visão sobre a qualidade do solo. R. Bras. Ci. Solo, 33:743-755, 2009.



Tabela 1. Resistência à penetração (RP), densidade do solo (Ds) e Umidade volumétrica (Uv) avaliadas da área sem preparo de solo (SP) na instalação do experimento, no ano de 2014 em Uberaba-MG.

Profundidades m	RP	Ds	Uv
	MPa	kg dm ⁻³	cm ³ cm ⁻³
0,00-0,10	2,27 c	1,71 a	0,19 a
0,10-0,20	3,35 a	1,69 a	0,19 a
0,20-0,30	3,27 a	1,64 a	0,19 a
0,30-0,40	2,87 b	1,64 a	0,15 b
CV (%)	9,7	2,97	13,74

* = Significativo; Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna comparam profundidades, que não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Tabela 2. Produção de biomassa verde (BV) e seca (BS) das coberturas do solo que antecederam o cultivo do milho safrinha, em 2014, em Uberaba-MG.

Tratamentos	BV		BS
	t ha ⁻¹		
	Crotalaria		
SP	15,0 a		5,3 a
Esc30	15,8 a		3,4 b
Esc50	12,9 a		2,8 b
Sub30	12,5 a		3,0 b
Sub50	14,5 a		3,4 b
CV (%)	22,4		17,4
	Milheto		
SP	39,4 a		11,4 a
Esc30	37,9 a		12,3 a
Esc50	39,2 a		12,4 a
Sub30	28,0 b		9,3 b
Sub50	28,1 b		10,1 b
CV (%)	10,17		9,21

* = Significativo ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). SP = Sem preparo (solo com camada compactada); Esc30 = Escarificação a 0,30 m; Esc50 = Escarificação a 0,50 m; Sub30 = Subsolagem a 0,30 m; Sub50 = Subsolagem a 0,50 m.

Tabela 3. Produção do cultivo do milho safrinha, em 2014, em Uberaba-MG.

Tratamentos	Palha	Sabugo	Grão	Produtividade
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	g	t ha ⁻¹
SP	1,20 a	1,31 a	27,9 a	8,7 a
Esc30	1,26 a	1,31 a	27,5 a	9,2 a
Esc50	1,24 a	1,32 a	27,5 a	9,1 a
Sub30	1,27 a	1,31 a	28,1 a	9,0 a
Sub50	1,29 a	1,38 a	29,0 a	9,6 a
CV (%)	9,63	7,70	6,63	7,46

* = Significativo ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$). SP = Sem preparo (solo com camada compactada); Esc30 = Escarificação a 0,30 m; Esc50 = Escarificação a 0,50 m; Sub30 = Subsolagem a 0,30 m; Sub50 = Subsolagem a 0,50 m.