



## Compactação do solo e produção de forragem de girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás na safrinha<sup>(1)</sup>

**Eduardo da Costa Severiano<sup>(2)</sup>; Adalto José de Souza Linhares<sup>(3)</sup>; Katia Aparecida de Pinho Costa<sup>(4)</sup>; José Fausto Guimarães Silva<sup>(5)</sup>; Renata Andrade<sup>(6)</sup>; Savio Menezes Cabral<sup>(6)</sup>**

- <sup>(1)</sup> Parte da Dissertação de Mestrado do segundo autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano
- <sup>(2)</sup> Professor, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, Goiás bolsista do Programa de Apoio à Produtividade em Pesquisa (PAPPE/IF Goiano); eduardo.severiano@ifgoiano.edu.br
- <sup>(3)</sup> Professor, Instituto Federal Goiano, Rio Verde
- <sup>(4)</sup> Professor, Instituto Federal Goiano, Ceres – Bolsista da FAPEG
- <sup>(5)</sup> Doutorando em Ciências Agrárias – Agronomia, Instituto Federal Goiano, Rio Verde
- <sup>(6)</sup> Estudante de Agronomia Bolsista de PIBIC/CNPq, Instituto Federal Goiano, Rio Verde

**RESUMO:** A oferta futura de alimentos tem como medida-chave a intensificação do uso da terra, sendo o sistema de integração agricultura-pecuária fundamental para a resiliência da atividade agropecuária. Entretanto, o manejo prioritariamente mecanizado tem levado a perda da qualidade física do solo e redução de produtividade de biomassa vegetal. Diante disso, o presente trabalho objetivou avaliar a produção e a partição de forragem de girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás na safrinha, em um Latossolo Vermelho Distroférico submetido à compactação do solo. O experimento foi conduzido delineamento experimental em blocos completos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram avaliados quatro níveis de compactação: 0, 2, 10 e 30 passadas do trator no mesmo lugar. Nas subparcelas, os sistemas avaliados foram constituídos pelo cultivo de girassol solteiro e consorciado com o capim-paiaguás. Em todas as subparcelas foram coletadas amostras indeformadas de solo para avaliação da densidade do solo. O desenvolvimento das forragens foi avaliado pela produtividade da forragem total e particionada. Os resultados demonstraram que o girassol apresenta elevada sensibilidade à compactação do solo, com drástica redução da produtividade a partir da densidade limitante. A partição de forragem foi afetada pela densidade do solo, alterando a composição da forragem que, por sua vez, poderá influenciar as características fermentativas e nutricionais das silagens.

**Termos de indexação:** integração agricultura-pecuária, *Helianthus annuus*, *Brachiaria brizantha*

### INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional, alternativas tecnológicas inovadoras e empreendedoras são empregadas na produção animal, sendo a integração agricultura-pecuária (IAP) uma opção

para intensificação de uso da terra (Balbinot Junior et al., 2009). Contudo, as intensas operações mecanizadas causam compactação do solo e redução no desenvolvimento das plantas, principalmente pelas limitações hídricas impostas.

Por outro lado, na região sudoeste do estado de Goiás, esse sistema tem sido adotado em safrinha, período caracterizado por uma considerável redução de eventos pluviométricos. Nesse sentido, a cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) se destaca por apresentar maior tolerância ao déficit hídrico quando comparada a maioria das espécies cultivadas no Brasil (Leite et al., 2007) e, ainda, pelo seu alto valor nutricional (Tomich et al., 2003). Tais características estimulam o cultivo para a produção de silagem e resulta em melhor aproveitamento da estrutura agrícola da propriedade rural (Gontijo Neto et al., 2010).

Nesta cultura, é possível a consorciação com capins para elevar a produção de massa seca, deixando a pastagem estabelecida indiretamente após a integração. Nesse aspecto, destaca-se o gênero *Brachiaria* (Trin.) Griseb. spp. (syn. *Urochloa* P. Beauv. spp.), pela sua importância econômica no agronegócio brasileiro.

Entre os capins existentes no mercado, a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás é uma novidade promissora para a IAP, em virtude de suas superioridades produtivas na entressafra, aliadas ao não florescimento neste período que resulta em maior qualidade nutricional e também, pela alta eficiência na dessecação para formação de palhada (Machado & Valle, 2011). Porém, suas informações agrônomicas e zootécnicas são escassas, notadamente no que se diz respeito à consorciação com culturas anuais e ao cultivo na safrinha.

Ante o exposto, o trabalho objetivou avaliar a produção e a partição de forragem de girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás na safrinha do município de Rio Verde-GO, em um Latossolo Vermelho Distroférico submetido à compactação do solo.



## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, Goiás (17°48'34"S; 50°54'05"W e 731 m de altitude). O clima da região, de acordo com Köppen, é classificado como Megatérmico ou Tropical Úmido (Aw) do subtipo Tropical de Savana.

O solo da área experimental é classificado, segundo Santos et al. (2013), em Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa (argila: 350 g kg<sup>-1</sup>, silte: 200 g kg<sup>-1</sup> e areia: 450 g kg<sup>-1</sup>). Antes da instalação do experimento, realizou-se previamente a correção e o preparo do solo através da aplicação de calcário e incorporação via gradagem aradora e niveladora a 120 dias de pré-semeadura.

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos completos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas (8,0 x 6,0 m), foram avaliados quatro níveis de compactação obtidos através do tráfego de um trator agrícola com tara de 4,5 Mg. Para ocasionar a compactação do solo, utilizaram as seguintes intensidades de tráfego: T<sub>0</sub>: ausência de compactação; T<sub>2</sub>: duas passadas; T<sub>10</sub>: dez passadas e; T<sub>30</sub>: trinta passadas do trator no mesmo lugar, perfazendo toda a superfície do solo da parcela.

Nas subparcelas, foram implantados dois sistemas forrageiros constituídos por girassol (*Helianthus annuus* L.), híbrido Charrua, em cultivo solteiro e consorciado com o *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás.

Cada subparcela constituiu-se de 13 linhas de 4,0 m de comprimento, espaçadas a 50 cm e semeadas mecanicamente na safrinha de 2014. As sementes do girassol foram distribuídas a 3 cm, e as do capim incorporadas junto ao adubo na profundidade de 7 cm, com população estimada em 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> de girassol e 10 plantas por metro linear para o capim-paiaguás nas subparcelas consorciadas.

Ao longo da condução do experimento, os tratamentos culturais e controle fitossanitário, sempre que necessário, seguiram as recomendações sugeridas por Leite et al. (2007).

Em todas as subparcelas, após a semeadura das culturas, coletaram 9 amostras indeformadas de solo em anéis volumétricos de 6,4 cm de diâmetro e 5,0 cm de altura com auxílio do amostrador tipo Uhland, sendo 3 posições de amostragens na diagonal x 3 camadas (0-0,05; 0,05-0,1 e 0,1-0,15 m) para determinações da densidade do solo (EMBRAPA, 2011).

O desenvolvimento das forragens foi monitorado

através do incremento da biomassa, sendo colhida quando o teor de matéria seca encontrava-se em torno de 35% considerando as duas espécies forrageiras, o que ocorreu aos 112 DAS. O corte das plantas foi realizado a 20 cm de altura em 4,0 m<sup>2</sup> de área útil. As forragens foram pesadas, sendo que os tratamentos compostos pelo cultivo consorciado de girassol e capim foi submetido à separação e posterior quantificação da produção da massa seca particionada, sendo então extrapoladas à Mg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados da produção e partição das forrageiras em função da compactação do solo (monitoradas pela Ds) foram submetidos à análise de variância, ajustando modelos de regressão em função da Ds, quando constatada significância (p<0,05).

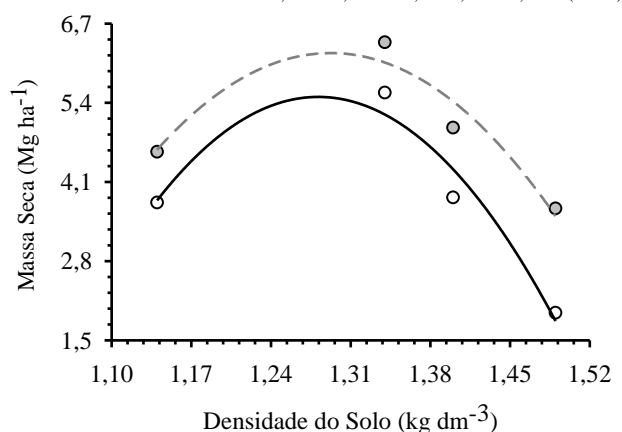
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a produtividade de massa seca total (MS) em função dos níveis de compactação do solo e do sistema de cultivo forrageiro da cultura do girassol em safrinha, demonstrando ajuste polinomial quadrático entre as variáveis.

Nos dois sistemas avaliados, houve incrementos para produção de MS com o aumento da Ds até valores em torno de 1,30 kg dm<sup>-3</sup>, que correspondem a produtividades de 5,54 Mg ha<sup>-1</sup> e 6,24 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para o cultivo do girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás.

—○— Solteiro: PMS = -133,7 + 217,2Ds - 84,7Ds<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 0,83\*\* (n = 16)

-○- Consorciado: PMS = -108,1 + 177,0Ds - 68,5Ds<sup>2</sup>; R<sup>2</sup> = 0,76\*\* (n = 16)



**Figura 1** - Produção de massa seca total em função da densidade do solo e do sistema de cultivo forrageiro da cultura do girassol solteiro e consorciado no sudoeste do Estado de Goiás.

Os resultados desta figura corroboram com Severiano et al. (2011) que afirmaram que uma leve compactação é benéfica ao desenvolvimento das plantas por favorecer a disponibilidade hídrica e ainda, a difusão de nutrientes pelo aumento do



contato solo/raiz, levando a maiores rendimentos das culturas.

Em relação à produtividade do girassol, os valores obtidos são semelhantes aos resultados encontrados por Thomaz et al. (2012) e Martin et al. (2014), que encontraram produtividades de forragem variando entre 5 a 9 Mg ha<sup>-1</sup> em cultivos de safrinha.

Nota-se ainda, que em toda a faixa de produtividade avaliada, o sistema forrageiro consorciado apresentou valores de produtividades entre 11 a 53% superiores ao cultivo do girassol solteiro (Figura 1). Isto se deve ao incremento da biomassa do capim que, embora afete o desenvolvimento do girassol em si, culmina em maiores produtividades de forragem total decorrente do somatório da biomassa das duas forrageiras para ensilagem. Por esse motivo, destaca-se que as perdas de produtividade em decorrência da compactação do solo dentro de cada sistema forrageiro foram menores no sistema consorciado (43%) quando comparada ao sistema solteiro (66%).

Este fato se deve às características peculiares das duas culturas estudadas em relação à compactação do solo. Segundo Bayhan et al., (2002), a sensibilidade à compactação do solo pelo girassol leva a redução a altura da planta, diâmetro do colmo, diâmetro do capítulo e principalmente a produtividade de aquênios. Por outro lado, os resultados de pesquisa têm apontado pequena influência da compactação do solo sob o desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* (Bonelli et al., 2011; Santos et al., 2011; Sousa Neto et al., 2013). Diante disso fica evidente que em sistemas forrageiros consorciados do girassol com o capim quando as condições físicas do solo encontram adequadas, o girassol se sobressai e limita o capim pelo sombreamento. Já em condições de Ds mais elevada, o capim limita o desenvolvimento do girassol pela competição. É o que pode ser visualizado na figura 2.

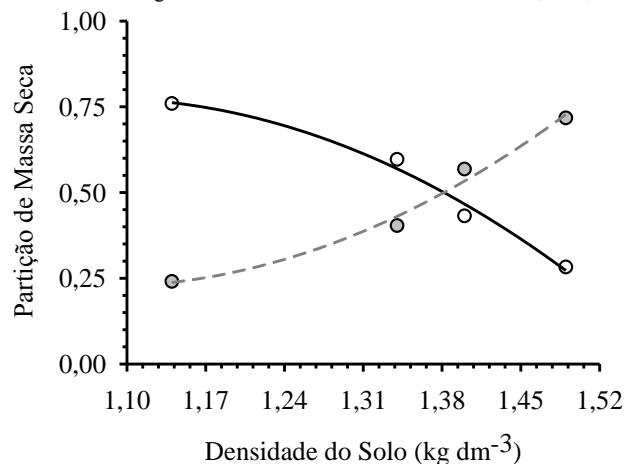
Embora o sistema forrageiro consorciado tenha proporcionado maiores produtividades, houve mudança significativa na partição das culturas na massa seca total com o incremento da compactação do solo (Figura 2), o que se deve ao fato do girassol ter apresentado maior sensibilidade ao impedimento mecânico em comparação ao capim-paiaguás.

Inicialmente, o girassol contribuiu com 76% da massa ensilada, reduzindo a medida que aumentou a compactação do solo. Até a Ds de 1,38 kg dm<sup>-3</sup>, a MS do girassol predominou-se, e a partir de então, o capim-paiaguás contribuiu com a maior fração de forragem, atingindo a proporção final de 72%. Este comportamento encontra-se de acordo com os fundamentos apontados por Silva et al., (2010) e

Bonelli et al. (2011).

$$\text{---} \circ \text{---} \quad \% \text{ Girassol} = -2,58 + 2,86D_s - 2,90D_s^2; R^2 = 0,95^{**} (n = 16)$$

$$\text{---} \circ \text{---} \quad \% \text{ Paiaguás} = 3,58 - 6,24D_s + 2,90D_s^2; R^2 = 0,95^{**} (n = 16)$$



**Figura 2** - Partição de forragem consorciada em função da densidade do solo e do sistema de cultivo forrageiro da cultura do girassol solteiro e consorciado no sudoeste do Estado de Goiás.

Por fim, salienta-se que a adoção de sistemas integrados na região do Cerrado brasileiro tem sido amplamente difundida entre os diversos ramos envolvidos na atividade. Neste contexto, sugere-se que o planejamento do sistema forrageiro leve em consideração o histórico de uso da terra.

Com base no potencial de perdas de produtividade e na partição da forragem decorrentes da compactação do solo, ressalta-se que a atividade animal poderá ser comprometida, caso o cultivo ocorra em solos fisicamente degradados. Com a menor oferta de forragem, o produtor terá que buscar soluções, a exemplo da aquisição de alimentos para complementação do volumoso produzido, ou ainda o descarte estratégico de parte dos animais de modo a adequar o rebanho à disponibilidade de alimento produzido.

## CONCLUSÕES

O girassol apresenta elevada sensibilidade à compactação do solo, com drástica redução da produtividade a partir da Ds limitante;

A partição de forragem foi afetada pela densidade do solo, alterando a composição da forragem que, por sua vez, poderá influenciar as características fermentativas e nutricionais das silagens.

## REFERÊNCIAS

BALBINOT JUNIOR, A.A; MORAES, A; VEIGA, M. & DIECKOW, A. P. J. Integração lavoura-pecuária:



intensificação de uso de áreas agrícolas. *Ciência Rural*, 39:1925-1933, 2009.

BAYHAN, Y.; KAYISOGLU, B. & GONULOL, E. Effect of soil compaction on sunflower growth. *Soil & Tillage Research*, 68:31-38, 2002.

BONELLI, E.A.; SILVA, E.M.B.; CABRAL, C.E.A.; CAMPOS, J.J.; SCARAMUZZA, W.L.M.P. & POLIZEL, A.C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:264-269, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p, 2011.

GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; GARCIA, J.C.; VASCONCELOS, F.V.; DUARTE, J.O.; VIANA, M.C.M.; COSTA, A.M. & SILVA, G.H. Avaliação Econômica de um Sistema de Integração Lavoura-Pecuária. *Comunicado Técnico* 183. 2010.

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI A.M.; OLIVEIRA, F.Á.; CARVALHO, C.G.P. & OLIVEIRA, A.C.B. Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Embrapa Soja. Londrina, PR. *Comunicado Técnico* nº 78. 2007.

MACHADO, L.A.Z. & VALLE, C.B. Desempenho agrônômico de genótipos de capim-braquiária em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1454-1462. 2011.

MARTIN, T.N.; PAVINATO, P.S.; MENEZES, L.F.G.; SANTI, A.L.; BERTONCELLI, P.; ORTIZ, S. & LUDWIG, R.L. Utilização de cálcio e boro na produção de grãos e silagem de girassol. *Semina: Ciências Agrárias*, 35:2699-2710, 2014.

SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; MEDRADO, E.; SILVEIRA, P.M. & BECQUER, T. Qualidade física do solo sob sistemas de integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:1339-1348, 2011.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T. J. F. & OLIVEIRA, J.B. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ªed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 353 p. 2013.

SEVERIANO, E.C.; OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; COSTA, K.A.P.; SILVA, F.G. & FERREIRA FILHO, S.M. Structural Changes in Latosols of the Cerrado Region: I – Relationships Between Soil Physical Properties and Least Limiting Water Range. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:773-782, 2011.

SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; IMHOFF, S. & KLEIN, V.A. Indicadores de qualidade física do solo. In: Lier, Q.J.V. (Org.). *Física do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 1ªed. p.241-282. 2010.

SOUSA NETO, E.L.; PIERANGELI, M.A.P. & LAL, R. Compaction of an Oxisol and Chemical Composition of Palisadegrass. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:928-935, 2013.

THOMAZ, G.L.; ZAGONEL, J.; COLASANTE, L.O. & NOGUEIRA, R.R. Produção do girassol e teor de óleo nas sementes em diferentes épocas de semeadura no Centro-Sul do Paraná. *Ciência Rural*, 42:203-208, 2012.

TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P. & CARVALHO, A.U. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 55:756-762, 2003.