



Rendimento de grãos de soja sob diferentes situações de irrigação e palhada residual

Matheus Mantovani Freire^{1*}; Allan de Marcos Lapaz¹; Gabriel Ribeiro Ferrairo¹; Victor Hugo Cruz¹; Giulia Morceli¹; Rafael Simões Tomaz¹; Ronaldo Cintra Lima¹.

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Dracena, São Paulo, Brasil, 17900-000
(*matheusmantovani1@hotmail.com).

RESUMO: A produção de soja irrigada tem se destacado, tendo em vista a sua alta produtividade, características em potenciais agronômicas e diversas opções de cultivos, como o consórcio e o Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP), o que pode proporcionar maiores incrementos de receitas para a atividade. Diante do exposto, este trabalho objetivou-se em avaliar o rendimento da soja em diferentes lâminas de irrigação e sistemas de semeadura em SPD. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo 2 situações de semeadura compreendidas por 4 níveis [sistema convencional e SPD (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás e Piatã; *U. ruziziensis* cv Ruziziensis)] na parcela; e 3 níveis lâminas de irrigação [0 (sequeiro), 70 e 100%] na subparcela, baseada na Evotranspiração de referência (ET_o). Os tratamentos foram compostos por 10 repetições. A lâmina de 70% em sistema convencional apresentou o maior valor de RG, revelando não ser necessário o uso da lâmina de 100% nas condições climáticas em que foi conduzido o experimento. A soja implantada sob o resíduo da cobertura Paiguás em SPD apresentou o menor RG, porém, ainda, o SPD não está consolidado, necessitando de mais estudos para definir qual a melhor forrageira de cobertura ser recomendada.

Termos de indexação: *Glycine Max* L. Merrill, cobertura, evapotranspiração.

INTRODUÇÃO

A produção de soja (*Glycine max* L. Merrill) está entre as atividades econômicas que, nas últimas décadas, teve um crescimento expressivo. Segundo a USDA (2016), a produção foi de 312,36 milhões de toneladas em uma área plantada de 119,73 milhões de hectares. Neste contexto produtivo, a disponibilidade hídrica é um fator climático que está diretamente relacionado à expressão do potencial produtivo das culturas. Dessa forma, o correto planejamento da irrigação é uma medida importante para otimizar rendimento agrícola das culturas (DRUMOND, 2013). Por outro lado, condições críticas de disponibilidade hídrica

podem afetar diretamente o desenvolvimento radicular, a absorção de nutrientes, a área foliar, a abertura e fechamento dos estômatos, a diminuição da translocação de fotoassimilados, entre outros problemas, resultando em perdas drásticas para a safra. (FIOREZE et al., 2011).

O sistema de plantio direto (SPD) é uma estratégia que também pode potencializar o rendimento das culturas e, atualmente, tem ganhado espaço como opção para o cultivo das culturas (MOREIRA, 2016), sendo este, apontado como um dos principais responsáveis pelo significativo aumento de rendimento das culturas e continuidade da exploração agrícola dos solos brasileiros, logo, reconhecido como uma das formas mais sustentáveis para a condução do sistema produtivo de grãos (SALTON et al., 2005).

As particularidades do sistema de manejo e às relações com sua estabilidade, proporcionam o fracionamento da matéria orgânica e, conseqüentemente, permite inferir sua qualidade e seu potencial de acúmulo, sendo em grande parte, responsável pela qualidade física dos solos, ou seja, interfere na formação de agregados estáveis, na relação adequada entre macro e microporos e na retenção de água, os quais, por sua vez, afetam direta, ou indiretamente, o rendimento da soja (BRANCALIÃO; MORAES, 2008).

Diante do exposto, este trabalho objetivou-se avaliar o rendimento de grãos de soja sob diferentes situações de irrigação e sistemas de semeadura.

MATERIAL E MÉTODOS

Local experimental

O experimento foi conduzido com soja safra de verão 2017/18, na área experimental na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizado no município de Dracena - SP, com coordenadas geográficas 21° 27' S e 51° 33' W e altitude média de 400 m. O clima local, conforme classificação é do tipo Aw, é categorizado como subtropical úmido, com verão quente e chuvoso de outubro a março e inverno seco e ameno de baixa precipitação pluvial de abril a setembro. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho-



Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2013).

Histórico da área

A área experimental foi explorada por pastagem em sistema extensivo a mais de 20 anos com forragem do gênero *Urochloa brizantha*. O presente sistema de produção teve início em fevereiro de 2016. Pois, antes foi realizado correção do solo baseado em resultado da análise química, sendo o preparo feito com uma aração profunda, com arado de discos e duas operações com grade para melhor incorporação do corretivo. Em março/2016 foi implantado o sistema “sistema de duas fases (culturas) por ciclo e 4 anos de duração”, sendo, a primeira fase, consorciação da semeadura de milho safrinha em sistema convencional e em SPD, com três coberturas vegetais das forrageiras: (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás e Piatã; *U. ruziziensis* cv Ruziziensis). A implantação foi realizada com auxílio da semeadora adubadora configurada para plantio direto equipada com disco de corte de palha. Após a colheita do milho em julho/2016 as forrageiras ficaram em período de regeneração para formação de palhada para realizar a segunda fase do sistema, com a cultura de verão “soja”, sendo esta fase realizada após a dessecação das forrageiras: (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás e Piatã; *U. ruziziensis* cv Ruziziensis) em outubro/2016 com aplicação de 2 kg ha⁻¹ do Sal de Amônio de Glifosato (792,5 g kg⁻¹). Em 20/10/2016 foi semeada a soja em sistema convencional e SPD sob a palhada residual do milho e das coberturas, semeadura esta realizada com a mesma semeadora. Fechando o ciclo do primeiro ano do sistema em fevereiro/2017 com a colheita da soja.

Da mesma forma foi conduzido as safras de milho safrinha e soja verão em 2017 e 2018. E que continuará por mais dois anos, até 2020.

Delineamento experimental e Tratamentos

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcela subdivididas. Os tratamentos foram compostos por 2 situações de semeadura compreendidos por 4 níveis [sistema convencional e SPD (*Urochloa brizantha* cv Paiaguás e Piatã; *U. ruziziensis* cv Ruziziensis)] na parcela; e 3 níveis lâminas de irrigação [0 (sequeiro), 70 e 100%] na subparcela, baseada na Evotranspiração de Referência de (ET_o), estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), transformada em Evapotranspiração da Cultura (ET_c) pelo Coeficiente da Cultura (k_c), de acordo com suas fases fenológicas. Os tratamentos foram compostos por 10 repetições.

A unidade experimental foi compreendida

por cinco linhas de cinco metros espaçadas de 0,45m, das quais foram avaliadas as três linhas centrais (três metros centrais).

Variáveis analisadas

Foram avaliadas as seguintes variáveis: massa seca residual de braquiária (MRSB), expressa em kg ha⁻¹; massa seca residual total, composta pela somatória da palhada residual da braquiária e soja (MSRSB), expressa em kg ha⁻¹. O MRSB e MSRSB foram determinadas por meio de um retângulo de ferro (com dimensões de 1x0,50m) aleatoriamente dentro de cada unidade experimental e coletado a amostra dentro dos mesmos. O rendimento de grãos (RG) foi corrigido a umidade de 13% e expresso em kg ha⁻¹; já o estande final (EF) foi expresso em número de plantas m⁻¹.

Foram escolhidas dez plantas aleatoriamente dentro da unidade experimental, a fim de avaliar o número de vagens totais (NVT), expresso em vagens planta⁻¹.

Análise estatística dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, a $p \leq 0,05$. Quando significativos, as variáveis foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$). Toda a análise estatística dos dados foi realizada utilizando rotinas desenvolvidas em software livre R (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis analisadas apresentaram efeito significativo de interação (**Tabela 1**).

A MSRB teve valor nulo na semeadura convencional, visto que neste sistema não há coberturas. O SPD, com as coberturas Paiaguás, Piatã e Ruziziensis, não apresentaram diferença estatística entre si no sequeiro. Por outro lado, na lâmina de 70%, a cobertura Ruziziensis apresentou o maior valor; e na lâmina de 100%, os maiores valores foram com as coberturas Paiaguás e Ruziziensis.

A MSSB teve o menor valor na semeadura convencional para sequeiro 0% da ET_o. Por outro lado, o sistema convencional e o SPD não se diferiram nas lâminas de 70 e 100% (**Tabela 2**).

Quanto as situações de irrigação, a lâmina de 0% foi a que proporcionou os maiores valores de MSRB e MSRSB para as coberturas (**Tabela 2**). Essa resposta provavelmente se dá pela condição de sequeiro, pois, segundo (SOUZA et al., 2010), condições idênticas de solo para um material com a mesma composição química, a velocidade de decomposição é influenciada diretamente pelo clima, principalmente pela quantidade de água



presente no resíduo vegetal, seja por precipitações pluviométricas ou irrigação suplementar. Ainda, os mesmos autores, verificaram que o aumento das lâminas irrigadas foram verificadas maiores taxas de decomposição.

A lâmina de 70% apresentou o maior valor para o RG no sistema convencional. Na lâmina de 100%, o sistema convencional e o SPD com as coberturas Piatã e Ruzizensis não se diferiram estatisticamente e foram superiores ao SPD com a cobertura Paiguás. No sequeiro, não foi verificada diferença estatística (**Tabela 2**).

O resultado observado na lâmina de 70% pode estar atrelado ao fato de que a realização da gradagem intermediária para descompactar a superfície do solo, faculta um melhor desenvolvimento do sistema radicular.

Segundo Johnson et al. (1990), solos compactados na superfície reduziram em 15% a produção da cultura. Além de que não se tem a consolidação total do SPD, visto que são necessários de 5-10 anos para tal efeito.

Quanto as situações de irrigação, a lâmina de 100% foi a que proporcionou os maiores valores de RG para o SPD com a cobertura Piatã, enquanto a cobertura Paiguás e Ruzizensis não influenciaram o RG em nenhuma das lâminas. Isto pode ter sido resultado do déficit hídrico que as variedades sob o sistema não irrigado passaram durante dois períodos na safra, de 10 à 20 de dezembro de 2017, posteriormente de 19 de janeiro de 2018 à 08 de fevereiro de 2018.

O sistema convencional e SPD não apresentaram diferença entre si para o EF (Tabela 2). A lâmina de 70 e 100% proporcionaram os maiores valores para o SPD com a cobertura Paiguás, enquanto para a cobertura Ruzizensis os melhores resultados foram obtidos para o sequeiro e a lâmina de 100%.

Analisando a média do EF dentro das lâminas, o sistema convencional foi o que apresentou a maior média, valores estes que foram obtidos no tratamento com mobilização. Esses dados corroboram com os obtidos por Mello (1988, 132p.), avaliando o efeito de diferentes condicionamentos físicos do solo, em que constatou que o plantio direto ofereceu as piores condições para o desenvolvimento da cultura da soja, oferecendo menores valores médios de população final em relação ao preparo convencional com arado e grade.

A soja possui a capacidade de compensar o baixo estande, com maior desenvolvimento das plantas (ramificações laterais), as quais terão maior número de vagens e grãos, compensando o rendimento de grãos. Além disto, outro fator que pode favorecer para tal resultado é a intensidade de luz, alterada conforme o aumento ou diminuição da densidade de plantas por hectare, neste caso 377 mil plantas ha⁻¹. CARVALHO et al., (2004),

avaliando a cultura da soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado, observou que o sistema convencional de preparo do solo proporcionou a obtenção de maior número de vagens por planta e também o aumento do número de grãos por vagem no primeiro ano agrícola.

Para a variável NVT, o sistema convencional e o SPD não diferiram entre si no sequeiro e na lâmina de 70%. Por outro lado, na lâmina de 100%, o sistema convencional e o SPD com a cobertura Piatã foram superiores ao SPD com as coberturas Paiguás e Ruzizensis.

CONCLUSÕES

A lâmina de 70% da ETo em sistema convencional apresentou o maior valor de RG, revelando não ser necessário o uso da lâmina de 100% da ETo nas condições climáticas em que foi conduzido o experimento.

A soja implantada sob o resíduo da cobertura Paiguás em SPD apresentou o menor RG, porém, mais estudos devem ser realizados, uma vez que área encontra-se em SPD apenas por dois anos, período este relativamente curto para o processo de consolidação do SPD.

REFERÊNCIAS

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998a). Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, 300(9), D05109
- BRANCALIÃO, S.R.; MORAES, M.H.; Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo Vermelho na sucessão milheto-soja em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, p. 393-404, 2008.
- CARVALHO, M.A.C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, p. 1141-1148, 2004.
- DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A.P.A. Irrigação de pastagem. LCD Drumond, 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa de solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 15 set. 2018.
- FIOREZE, S.L. et al. Performance of soybean genotypes under high intensity drought stress in greenhouse conditions. Revista Ceres, v. 58, n. 3, p. 342-349, 2011.



JOHNSON, J.F.; VOORHEES, W.B.; NELSON, W.W. & RANDALL, G.W. Soybean growth and yield as affected by surface and subsoil compaction. *Agronomy Journal*, Madison, 82:973-979, 1990.

MELLO, L.M.M. Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) e sobre algumas propriedades de um latossolo vermelho escuro de Cerrado. 1988, 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

MOREIRA, A.C.M. et al. Fracionamento de N no solo e na cultura da soja manejada em sistema de semeadura direta com rotação de culturas. 2016.

statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SALTON, J.C. et al. Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 29).

SOUZA, A. et al. Influência da decomposição de diferentes resíduos vegetais submetidos a lâminas de irrigação no comportamento da vegetação espontânea. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 32, n.2, 2010.

R Core Team (2016). R: A language and environment for

Tabela 1. Resumos das análises de variância, por quadrado médio, referentes aos valores de palhada residual de braquiária em kg ha⁻¹ (MSRB), palhada residual total em kg ha⁻¹ (MSRSB), rendimento de grãos em kg ha⁻¹ (RG), estande final (EF) e números de vargens total em vargens planta⁻¹ (NVT).

FV	GL	QM				
		MSRB	MSRSB	RG	EF	NVT
C.	3	29325072***	188,14*	3554314***	1,4302	579,39**
Erro – a	36	160752	57,98	190979	3,0159	70,57
L.	2	18711627***	2046,59***	3694836***	4,9136	79,77
C x L	6	2233706***	288,96***	985228.	6,7928**	311,53*
Erro – b	92	146618	61,01	483372	2,2097	112,95
CV 1 (%)		27,1	7,1	9,93	17,1	14,9
CV 2 (%)		27,1	7,3	15,7	14,6	18,9

Coefficiente de variação (CV); quadrado médio (QM); grau de liberdade (GL). Cobertura (C); Lâmina (L) * - $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; *** - $p < 0,001$; ns - não significativo.

Tabela 2. Resultados do teste de comparação de média para as variáveis palhada residual de braquiária em kg ha⁻¹ (MSRB), palhada residual total em kg ha⁻¹ (MSRSB), rendimento de grãos em kg ha⁻¹ (RG), estande final (EF) e números de vargens total em vargens planta⁻¹ (NVT).

Irrigação	Sistema de semeadura			
	Convencional	Paiaguás	Piatã	Ruzizensis
	MSRB (Kg ha ⁻¹)			
0%ETo	0 B	3099 Aa	3011 Aa	2952 Aa
70%ETo	0 C	1500 ABb	1349 Bb	1809 Ab
100%ETo	0 B	1344 Ab	1349 Bb	1355 Ac
	MSRSB (Kg ha ⁻¹)			
0%ETo	3533 B	5974 Aa	5954 Aa	5962 Aa
70%ETo	4183	4674 b	4767 b	4859 b
100%ETo	4024	4512 b	4437 b	4537 b
	RG (Kg ha ⁻¹)			
0%ETo	4213 c	4084	3889 b	4286
70%ETo	5511 Aa	4083 B	4278 Bab	4159 B
100%ETo	5353 Ab	4138 B	4897 ABa	4516 AB
	EF (plantas m ⁻¹)			
0%ETo	10,6	8,9 b	10,2	10,4 ab
70%ETo	9,7	10,9 a	9,7	9,0 b
100%ETo	10,9	10,7 a	9,6	11,0 a
	NVT (vargens plantas ⁻¹)			
0%ETo	58,6	51,0	57,9	54,2
70%ETo	49,6	61,0	61,2	50,8
100%ETo	60,9 AB	50,6 B	68,4A	52,0 B

Letras maiúsculas comparam as linhas, enquanto letras minúsculas comparam as colunas, de acordo com o teste de Tukey ($p < 0,05$).