

Componentes de rendimento e produtividade da soja em zonas de manejo simuladas na região oeste do Paraná

Fabio Douglas Colantonio^{1*}; Esmael Lopes dos Santos¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}fabiodouglascolantonio@hotmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi avaliar os componentes de rendimento e produtividade da soja em zonas de manejo simuladas na região oeste do Paraná. O experimento foi conduzido no município de Assis Chateaubriand – PR, entre os meses de outubro de 2020 e março de 2021. A área experimental foi dividida em 24 unidades experimentais, com duas zonas de manejo, 12 unidades na palhada original de milho e 12 unidades com palhada original de milho em consórcio com *Brachiaria ruziziensis*, sorteio aleatório entre as 24 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados, T1 sem palhada, T2 palhada brachiaria, T3 palhada milho, T4 palhada milho + brachiaria, T5 dobro palhada milho e T6 dobro palhada milho + brachiaria. No tratamento sem palhada (T1) foi mantida a população recomendada, nos tratamentos palhada milho (T3 e T5) a população de plantas foi reduzida em 15%, nos tratamentos com palhada brachiaria (T2, T4 e T6) foi ajustado 25% menos de plantas por hectare. Os parâmetros avaliados no experimento foram, massa seca da palhada, estande de plantas, número de ramos, massa de raiz e produtividade da soja kg ha⁻¹. Com a utilização de interpolação com os dados de rendimento da soja foi possível gerar mapas com zonas de manejo. A zona de manejo foi diretamente influenciada pela cultura antecessora. O consórcio de milho com *Brachiaria ruziziensis* proporcionou maior uniformidade no rendimento da soja. A taxa variável de semeadura pode ser implementada, quando há zonas de manejo, pode ser reduzido 25% de sementes em zonas de alta resposta.

Palavra-chave: palhada; consórcio; *brachiaria ruziziensis*.

Soybean yield and productivity components in simulated management zones in western Paraná

Abstract: The objective of this work was to evaluate the components of soybean yield and productivity in simulated management zones in western Paraná. The experiment was carried out in the municipality of Assis Chateaubriand – PR, between the months of October 2020 and March 2021. The experimental area was divided into 24 experimental units, with two management zones, 12 units in the original maize straw and 12 units with original corn husks intercropped with *Brachiaria ruziziensis*, random selection among the 24 experimental units. The treatments used were T1 without straw, T2 brachiaria straw, T3 corn straw, T4 corn straw + brachiaria, T5 double corn straw and T6 double corn straw + brachiaria. In the treatment without straw (T1) the recommended population was maintained, in the treatments in corn straw (T3 and T5) the plant population was reduced by 15%, in the treatments with brachiaria straw (T2, T4 and T6) it was adjusted 25% less than plants per hectare. The parameters evaluated in the experiment were straw dry mass, plant stand, number of branches, root mass and soybean yield kg ha⁻¹. With the use of interpolation with soybean yield data, it was possible to generate maps with management zones. The management zone was directly influenced by the predecessor crop. The intercropping of corn with *Brachiaria ruziziensis* provided greater uniformity in soybean yield. The variable sowing rate can be implemented, when there are management zones, 25% of seeds in high response zones can be reduced.

Keyword: straw; consortium; *brachiaria ruziziensis*.

Introdução

A soja (*glycine max*) é a principal oleaginosa produzida no território brasileiro, cultivada em área estimada de 38,5 milhões de hectares com produção de aproximadamente 135,1 milhões de toneladas e produtividade média de 3,49 toneladas por hectare (CONAB, 2021). No entanto, vários fatores são limitantes para que ela possa expressar o seu potencial produtivo, entre eles pode-se destacar a fertilidade química, física e biológica do solo. Esses fatores são oriundos do modelo predominante de produção de grãos utilizados atualmente (soja seguida de milho em 2ª safra ou de trigo), o que ocasiona baixa diversidade de espécies vegetais e por consequência baixo aporte de biomassa da parte aérea e de raízes (SANTOS *et al.*, 2020a).

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é conceituado como uma forma de manejo que visa melhorar os aspectos físicos, químicos e biológicos do solo, tem fundamentação de aumentar os níveis de cobertura do solo principalmente com rotação/diversificação de culturas. A alta quantidade de palhada no solo é de fundamental importância para o SPD, para proteger de erosões, por reduzir a temperatura, melhorar a conservação hídrica e reduzir a incidência de plantas daninhas, e principalmente tornar o ambiente favorável para proporcionar melhor desempenho produtivo da soja (BALBINOT *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2013; SANTOS *et al.* 2020b).

As grandes facilidades proporcionadas pela já estabilizada logística produtiva dos sistemas de culturas implantados, dificultam a inserção de culturas alternativas à soja/milho/trigo. Segundo Borghi *et al.* (2013), o cultivo de milho consorciado com forrageiras tropicais, tem sido adotado por muitos produtores para viabilizar a produção de biomassa para o SPD. Considerando os fatores de logística, o consórcio do milho segunda safra com forrageiras tropicais como a *brachiaria ruziziensis* tem se mostrado promissor (SANTOS *et al.*, 2019). Essa espécie de forrageira se destaca, por ter uma boa capacidade de crescimento em solos com baixa fertilidade, tendo uma boa resistência ao frio e a seca, fácil controle com glifosato e uma grande produção de massa seca, proporcionando uma excelente cobertura de solo (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2017).

Na classificação do SPD proposta por Santos *et al.* (2020a) considerando o volume de biomassa vegetal disposta na superfície do solo, pode ser considerada boa (8 a 10 t ha⁻¹) e muito boa (> 10 t ha⁻¹). Conforme Ceccon *et al.* (2018) a produção de biomassa do consórcio de milho com brachiaria pode superar 10 toneladas por hectare considerando a produção das duas espécies. No entanto, produção de biomassa no consórcio vai depender da arquitetura de planta da cultivar de milho, forma de semeadura, densidade de sementes da forrageira, população de plantas de milho e condições climáticas. Vale destacar que a palhada disposta na superfície do

solo contribui para amenizar a temperatura, diminuindo as perdas de água e contribuindo para o melhor desenvolvimento do sistema radicular das culturas (CECCON *et al.*, 2018).

Ferramentas da agricultura de precisão, como os mapeamentos georeferenciados, buscam identificar variação espacial e temporal dentro do talhão, com o intuito de aprimorar o manejo, direcionando os insumos conforme as exigências do ambiente produtivo, através da taxa variável. Através de mapas de variabilidade, é possível avaliar tecnicamente, a necessidade real das partes do talhão onde é necessário receber maior aporte de insumos, e, que podem responder melhor ao manejo (SANTOS *et al.*, 2020a). Atualmente, além da aplicação da taxa variável de dose de fertilizantes, também têm sido ajustados as densidades de sementes na linha de semeadura, o que leva a população distinta de plantas conforme as condições ambientais do talhão (RUAS e GUIMARÃES, 2015).

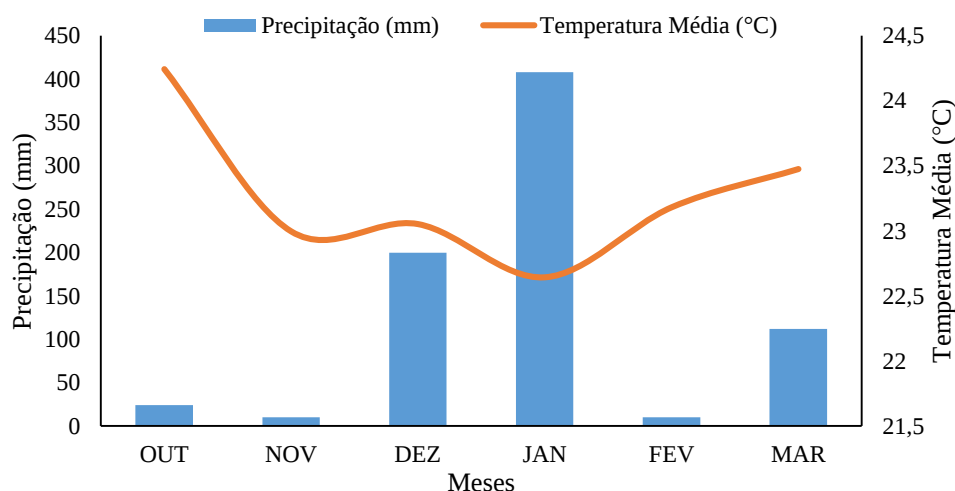
Mapeamentos baseados em interpolação de dados e na análise geoestatística são bastante utilizados na agricultura de precisão. Sendo assim, a análises dos mapas das variáveis avaliadas permitem entender os fatores que influenciam diretamente a produtividade. Entre os métodos de interpolação utilizados, a krigagem ordinária é muito utilizada, e seu princípio é fazer uma descrição acurada por técnicas de análise de regressão, que busca minimizar a variância estimada a partir de uma modelo prévio através da dependência dos dados no espaço (SILVA *al.*, 2008).

Diante disso, a hipótese é que a diversificação na cultura antecessora à soja pode proporcionar melhorias no solo que refletem em separação de zonas de manejo no talhão e que podem ser caracterizadas para a semeadura da soja em taxa variável. Para comprovar a hipótese, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os componentes de rendimento e produtividade da soja em zonas de manejo simuladas na região oeste do Paraná.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em propriedade particular localizada no município de Assis Chateaubriand, Estado do Paraná, com coordenadas geográficas de latitude 24°30'13.22"S e longitude 53°28'14.57"O. Sendo implantado após a cultura antecessora de milho e milho em consórcio com *brachiaria ruziziensis*, entre os meses de outubro de 2020 e março de 2021. O local tem altitude média de 376 metros acima do nível do mar. De acordo com a classificação de Koppen-Geiger o clima da região é Cfa, com precipitação anual entre 1600 a 1800mm (NITSCHKE *et al.*, 2019), os dados de precipitação e temperatura média durante o experimento estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante a safra 2020/21 na área experimental. Assis Chateaubriand, Pr. 2021.



Fonte: <https://tempo.inmet.gov.br/>.

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distróférrico (EMBRAPA, 2018). A análise de solo apresentou na camada de 0.0 – 0.2 m os seguintes teores químicos e físicos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química e física do solo na área experimental, na camada 0-0 – 0.2 m. Assis Chateaubriand, Pr. 2021.

Granulometria %							Classificação			
Areia			Silte			Argila			Tipo 3	
16,63			43,48			39,90				
pH	V	M.O.	P	T	t	Al	H+Al	Mg	Ca	K
CaCl2	%	g/dm ³	mg/dm ³	Cmolc dm ³						
4,74	46,70	29,56	2,77	11,24	5,32	0,07	5,99	1,10	3,77	0,38

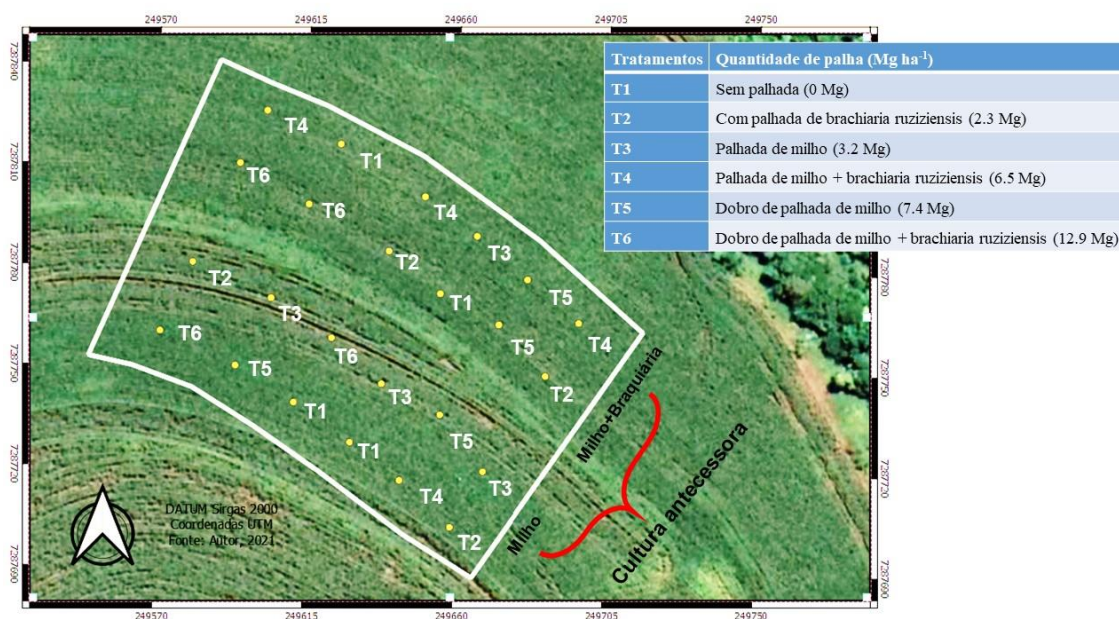
Fonte: o autor. 2021.

A área experimental foi dividida em 24 unidades experimentais, com duas zonas de manejo distintas, 12 unidades na palhada original de milho e 12 unidades experimentais com palhada original de milho em consórcio com *Brachiaria ruziziensis*, o sorteio foi feito aleatório entre as 24 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados no experimento são apresentados na Figura 2.

A cultura da soja foi semeada sem o revolvimento do solo (plantio direto), sendo cada unidade experimental constituída por uma área de 5 metros de comprimento, por 2,25 metros

de largura, totalizando uma área útil de 11,25 m². Contando com seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais.

Figura 2 - Disposição dos tratamentos no experimento conforme o volume e o tipo de palhada disposta na superfície do solo (milho e consorcio de milho com *Brachiaria ruziziensis*). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.



Fonte: o autor, 2021.

O plantio da soja foi realizado no dia 22 de outubro de 2020, a cultivar utilizada no experimento foi BS2606 IPRO com tratamento industrial de sementes. Conforme a distribuição de palhada na superfície do solo, foram efetuadas semeadura em taxa variável de sementes, sendo que: o tratamento T1 mantido com população de plantas conforme a recomendação da empresa obtentora da cultivar (BASF, 2021). Nos tratamentos onde houve a disposição de palhada milho (T3 e T5) a população de plantas foi reduzida em 15%, enquanto que, nos tratamentos com palhada de brachiaria (T2, T4 e T6) foi ajustado uma população de plantas de 25% menos plantas por hectare. Foi utilizada uma semeadora adubadora em espaçamento de 0,45m, com fertilização geral na área com fertilizante NPK + Ca + S no granulo na dosagem de 220 kg ha⁻¹ conforme o manejo feito na área cultivada.

Os parâmetros avaliados no experimento foram:

Massa seca da palhada: foi realizada por unidade experimental, sendo utilizado um quadrado de 0,50m x 0,50m nas entrelinhas, retirando toda palhada de dentro do perímetro, após ser secada a palhada foi pesada em balança de precisão. O valor da massa seca da palhada foi convertido em kg ha⁻¹.

Estande de plantas: foi realizado após o estabelecimento da cultura, com uma régua graduada de 1 metro, aferindo três repetições por unidade experimental, contando as plantas emergidas em cada aferição.

Número de ramos: foi realizado em 10 plantas aleatórias por unidade experimental, após a cultura atingir o estágio fenológico R₇ (maturação fisiológica), pela contagem de ramos laterais inseridos na haste principal.

Massa de raiz: foi realizado em 10 plantas aleatórias por unidade experimental, após a cultura atingir o estágio fenológico R₇ (maturação fisiológica). Cada planta foi retirada com auxílio de pá na camada de 0,0 – 0,20 m, e após a retirada do solo as raízes foram secadas e após atingir a massa constante as raízes foram pesadas. Com os valores da massa de raiz por planta, foram estimadas a massa de raiz em kg ha⁻¹ considerando a população de plantas por hectare.

Produtividade de grãos: foi avaliada após a colheita manual de uma área amostral de 5m de comprimento e 2,25m de largura, totalizando a área útil de 11,25 m². As unidades experimentais foram trilhadas, e, após foi determinado o peso através de balança de precisão. Foram determinadas as umidades de cada amostra, e, para determinação da produtividade (kg ha⁻¹) o peso foi corrigido para 13% de umidade.

Os dados coletados foram observados, e passaram por análise descritiva e exploratória, onde foram testadas as normalidades pelo teste Shapiro-Wilk's ($P < 0,05$), bem como a presença de valores discrepantes (outliers). Em seguida, foram calculados coeficientes de correlação de Pearson (STEEL, TORRIE e DICKEY., 1997) entre as variáveis, e o grau de significância calculado pelo programa SigmaPlot®10.0 (Systat software, Inc.).

Foram confeccionados mapas indicando a variabilidade dos dados. No entanto, para estimar os valores em locais não amostrados e confeccionar os mapas, utilizou-se análise geoestatística os dados foram interpolados através de krigagem ordinária, utilizando a ferramenta SAGA 2.1.12 disponível no software QGis (SAGA User Group Association, 2021). O método da krigagem se utiliza de um estimador linear não-viciado com mínima variância e leva em consideração a estrutura de variabilidade encontrada para o atributo, e é definido pela seguinte equação (Silva *et al.*, 2008):

$$Z^*(x_i, x_i + h) = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i, x_i + h)$$

$$\text{sujeito a: } \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

em que $Z^*(x_i, x_i+h)$ é o estimador para um ponto (x_i, x_i+h) da região e λ_i são os pesos usados na estimativa.

Para cada variável resposta estudada, na geração dos mapas de variabilidade espacial os modelos foram escolhidos conforme o maior coeficiente de determinação (R^2), sendo o que o modelo linear o que apresentou o maior R^2 .

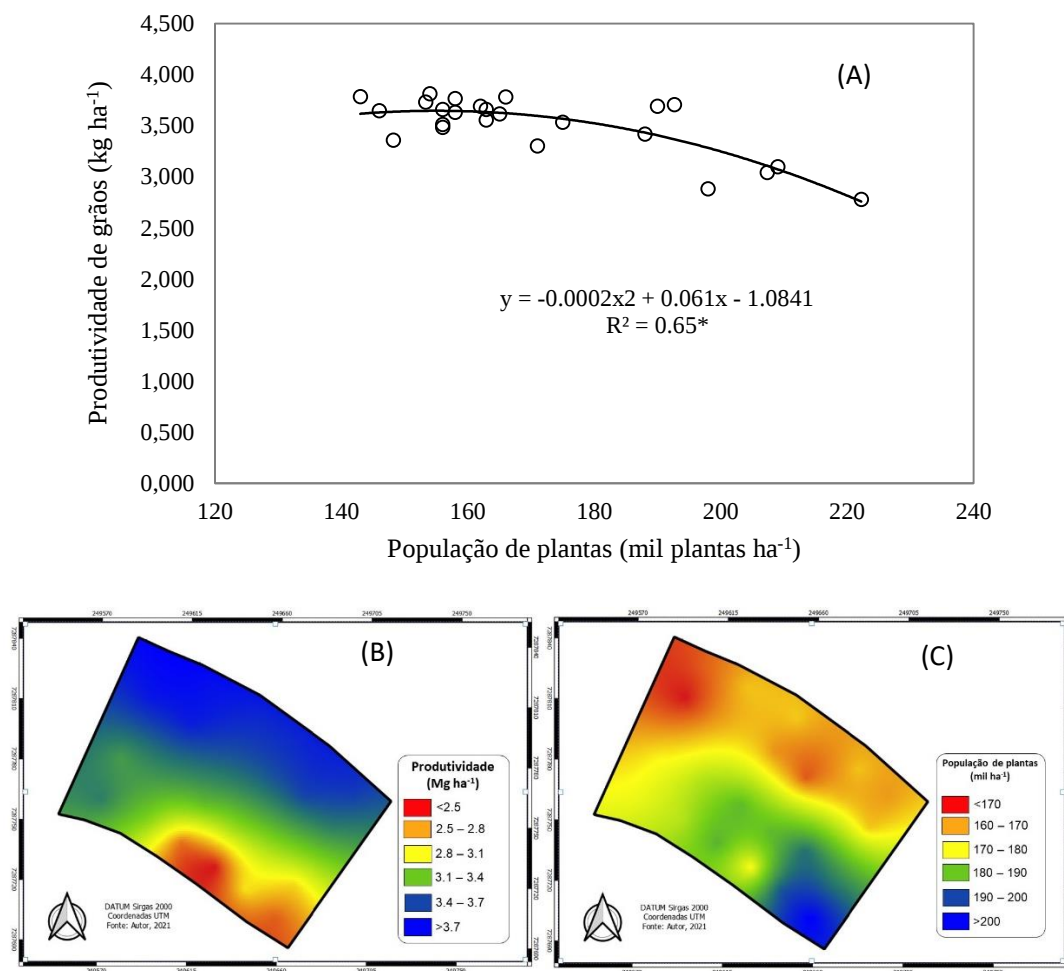
Para a geração das zonas de manejo, foi utilizado o mapa de variabilidade espacial da produtividade da soja, e na renderização da banda a interpolação foi pela expressão do método discreto. Foram determinadas quatro zonas de manejo, sendo a que se mostrou melhor visualmente para ser aplicável a nível de campo.

Resultados e Discussão

Conforme a Figura 1, a precipitação durante os meses de outubro, novembro, se apresentou baixa, aliada a altas temperaturas. Nos meses de dezembro de janeiro houve uma boa distribuição hídrica, no entanto, o mês de fevereiro a precipitação voltou a diminuir. A instabilidade prejudicou o desenvolvimento inicial das plantas de soja (outubro e novembro), e no final do ciclo (fevereiro) a baixa precipitação e altas temperaturas favoreceram possivelmente à uma “maturação forçada” o que limitou produtividades acima de 4.000 (kg ha^{-1}), mesmo quando houve condições de manejo favorável.

Na correlação entre produtividade (kg ha^{-1}) e a população de plantas (mil plantas ha^{-1}), as maiores produtividades ocorrem nas parcelas que as densidades de plantas estavam inferiores, consequentemente nas parcelas que tinham a densidade mais elevada a produtividade foi menor Figura 3. Populações de plantas com variação entre 160 e 360 mil plantas de soja por hectare, como foi o caso do presente experimento, podem ser dependentes de outros fatores como os ambientais, tendo como por exemplo, a determinação do rendimento de grãos. Esses resultados indicam que a cultura da soja apresenta plasticidade fenotípica de se adequar aos espaços e explorar melhor os recursos, sendo assim, mesmo que tenha redução na população de plantas, mas que o ambiente seja favorável (zona de manejo adequada), a resposta pode ser positiva em termos de produtividade da cultura (SANTOS *et al.*, 2018). Observando a espacialização da produtividade dentro do talhão, verifica-se que os maiores rendimentos estão concentrados na parte do talhão onde houve o consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* como cultura antecessora à soja.

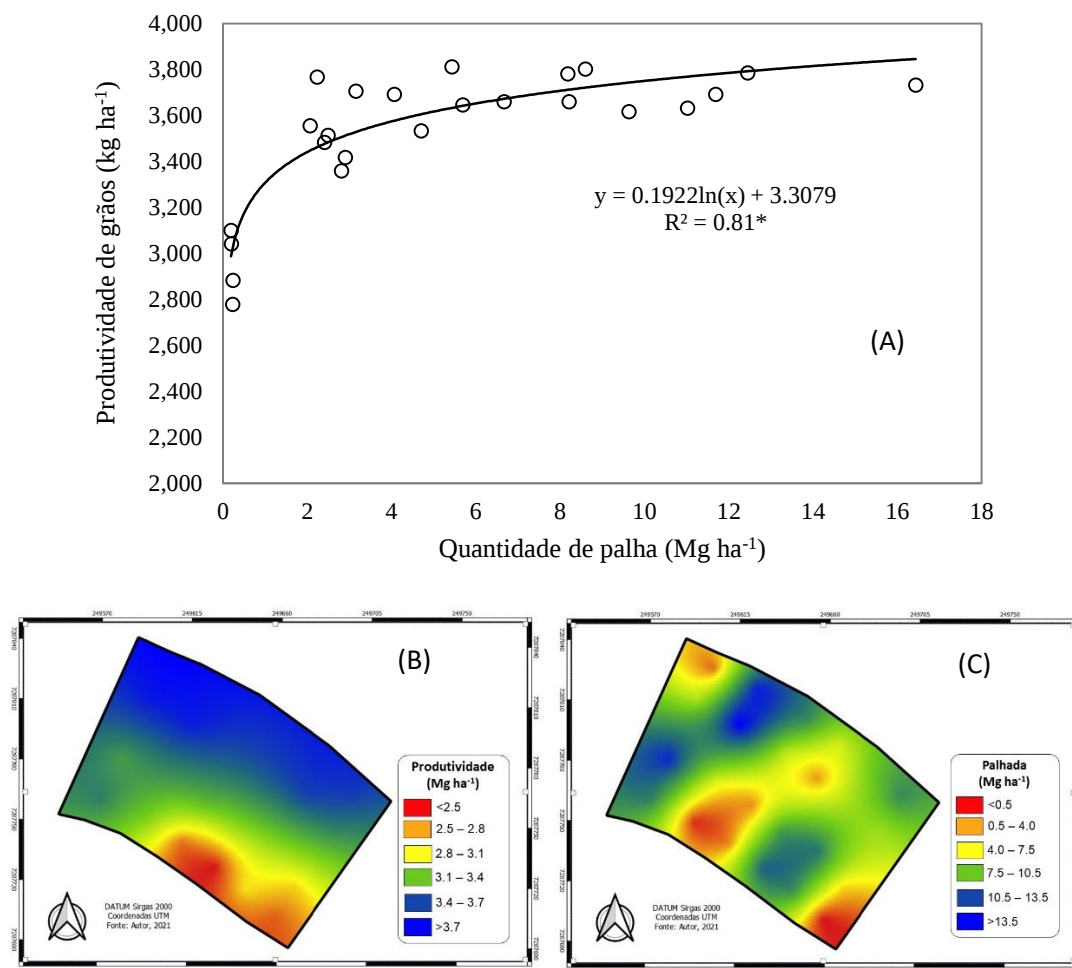
Figura 3 - Relação da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar de soja BS2606 IPRO com a população de plantas ($\text{mil plantas ha}^{-1}$) em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* (A), espacialização da variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) no talhão (B), espacialização da variável população de plantas ($\text{mil plantas ha}^{-1}$) (C). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.



Fonte: o autor, 2021.

Na relação entre a produtividade e a quantidade de palha, indica que o aumento na produtividade de grãos é decorrente do aumento de palha na superfície do solo conforme a Figura 4. Segundo Loss *et al.* (2011) a inserção da *Brachiaria ruziziensis* no sistema plantio direto (SPD) contribui para uma grande inserção de biomassa, que favorece a fertilidade física (pela melhor agregação), a fertilidade biológica (pela adição de matéria orgânica que serve de alimento para os microrganismos) e para a fertilidade química (ciclagem de nutrientes pela decomposição da matéria dos resíduos liberando nutrientes). Conforme Franchini *et al.* (2009) as raízes das forrageiras tropicais formam rede de bioporos, que são canais que oferecem condições de desenvolvimento radicular ideais para a soja na busca de água e nutrientes.

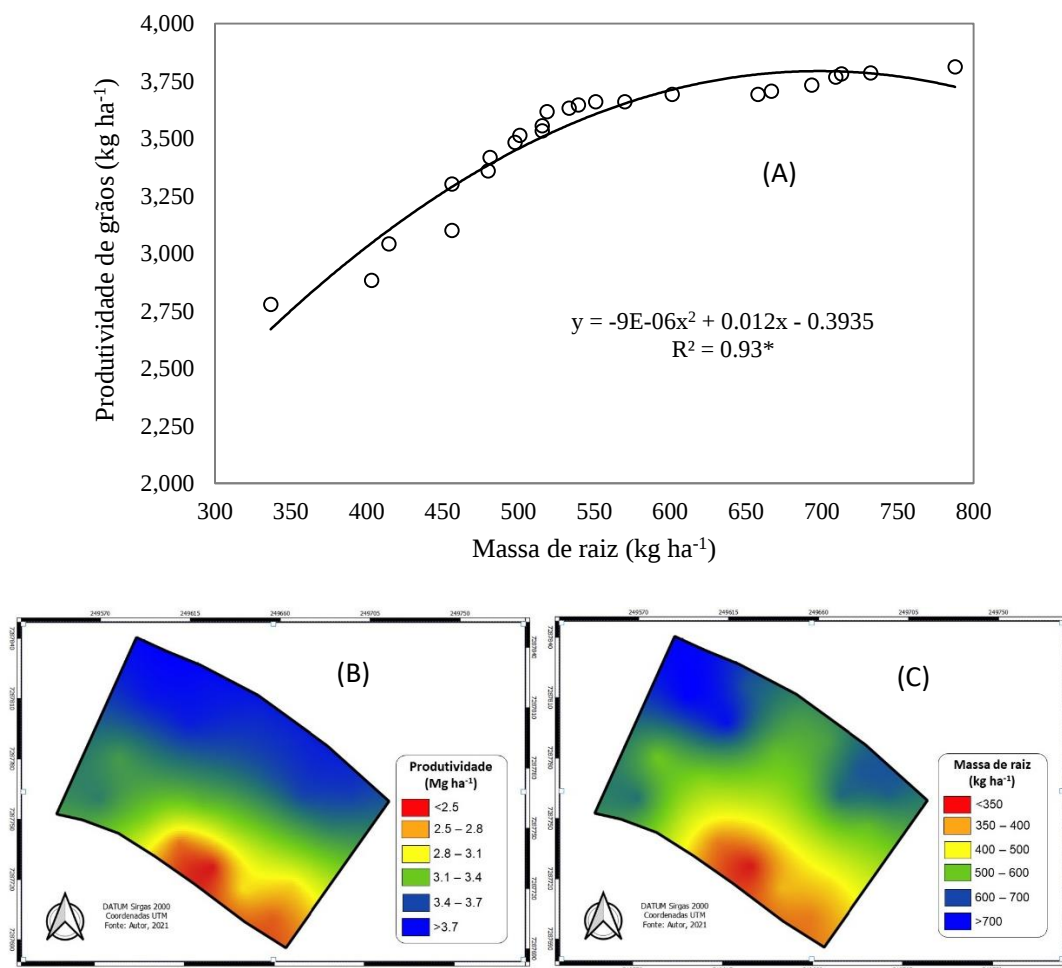
Figura 4 - Relação da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar de soja BS2606 IPRO com a quantidade de palha (Mg ha^{-1}) em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* (A), espacialização da variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) no talhão (B), espacialização da variável quantidade de palha (Mg ha^{-1}) (C). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.



Fonte: o autor, 2021.

A produtividade de grãos foi favorecida pelo maior desenvolvimento do sistema radicular da cultura da soja, com uma correlação significativa e positiva entre as duas variáveis conforme Figura 5. O crescimento radicular da soja é dependente de fatores, como temperatura, resistência à penetração e água disponível. Portanto, ambientes que possuam esses fatores, são mais favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular, propiciando uma melhor exploração do perfil do solo na busca de nutrientes e água. Como consequência, possibilita que a cultura possa expressar o seu máximo potencial produtivo (SANTOS *et al.*, 2020).

Figura 5 - Relação da produtividade de grãos (kg ha^{-1}) da cultivar de soja BS2606 IPRO com a massa de raiz (kg ha^{-1}) em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* (A), espacialização da variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) no talhão (B), espacialização da variável massa de raiz (kg ha^{-1}) (C). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.

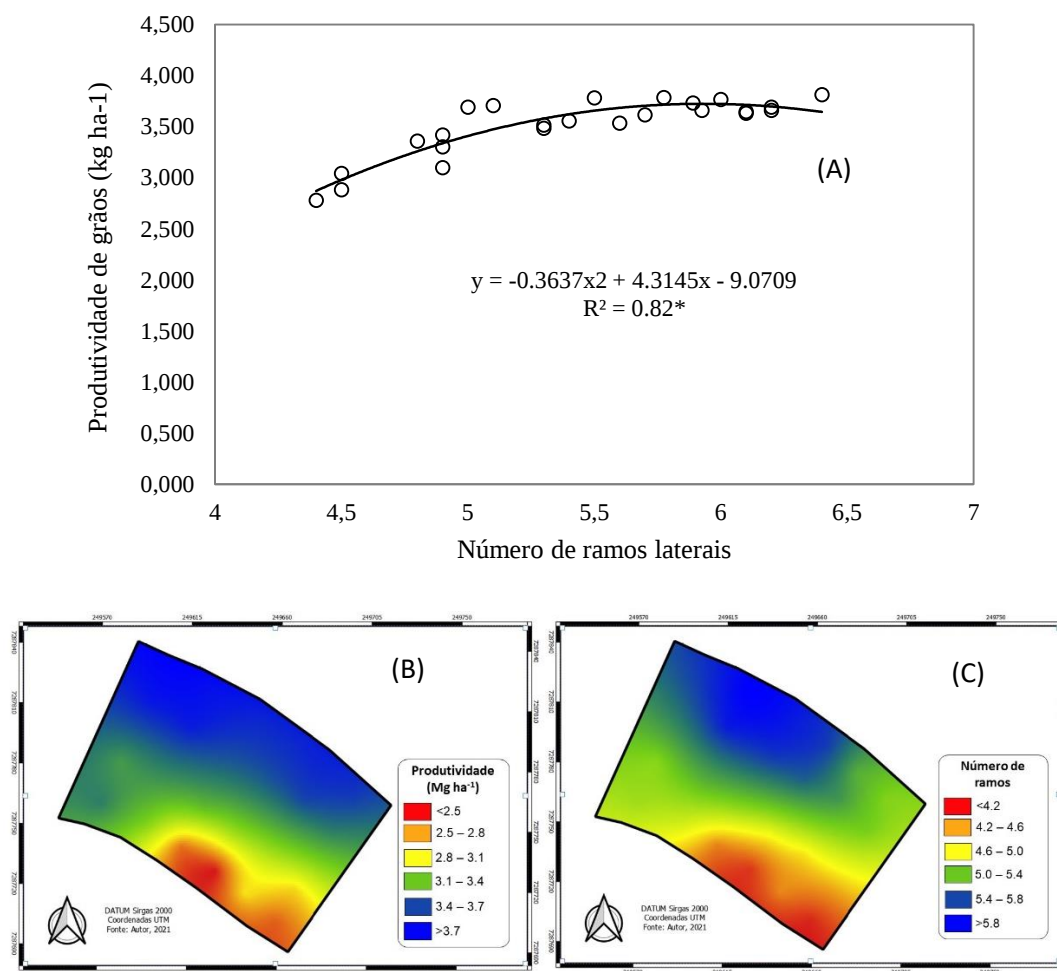


Fonte: o autor, 2021.

A variável produtividade de grãos (kg ha^{-1}) correlacionou significativamente e positiva com o aumento no número de ramos conforme a Figura 6. O arranjo espacial das plantas de soja pode determinar suas características agrônômicas, assim como determinar a competição por luz, água e nutrientes, o que pode acarretar em competição entre as plantas. No entanto, a plasticidade fenotípica apresentada pela cultura da soja permite modificações na arquitetura das plantas e seus componentes de rendimento, como é o caso do número de ramos, frente às mudanças no arranjo de plantas (SANTOS et al., 2018). Segundo Mauad *et al.* (2010) quanto maior a densidade de plantas menor o número de ramos produtivos e menor produção por planta.

Balbinot *et al.* (2017) consideram que, em altas populações de plantas (250 a 320 mil plantas ha⁻¹) a participação média dos ramos na produtividade será menor que 20%. Por outro lado, se população for menor (150 mil plantas ha⁻¹), a participação dos ramos na produtividade poderá ser superior a 40%. Isso demonstra que as condições ambientais são favoráveis ao crescimento independentemente do número de plantas.

Figura 6 - Relação da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) da cultivar de soja BS2606 IPRO com o número de ramos laterais em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* (A), espacialização da variável produtividade de grãos (kg ha⁻¹) no talhão (B), espacialização da variável número de ramos laterais (C). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21. Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.

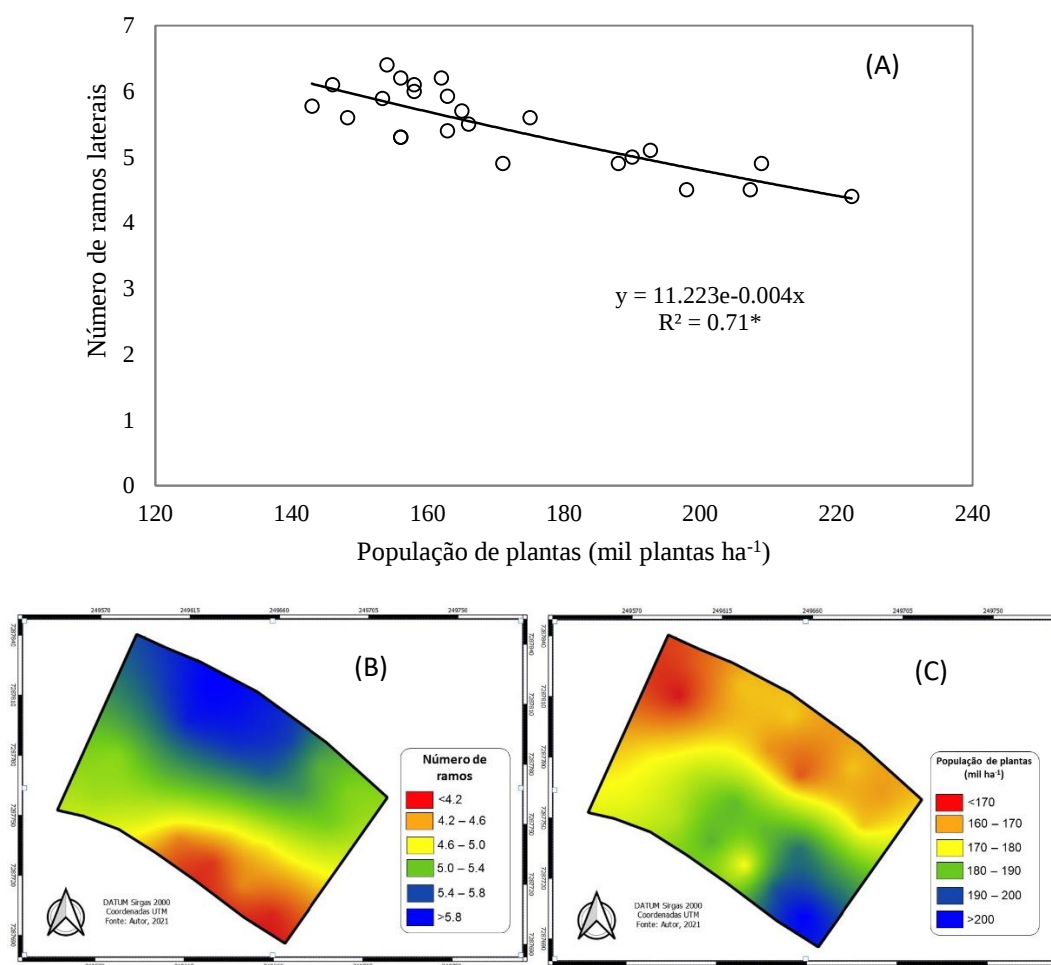


Fonte: o autor, 2021.

O número de ramos teve influência direta com a população de plantas (mil plantas ha⁻¹), correlacionando negativamente, ou seja, quando houve o aumento da população de plantas

houve uma diminuição dos ramos conforme a Figura 7. Conforme Balbinot Jr. *et al.* (2017), a baixa resposta da soja às alterações de densidade ocorre em função da alta plasticidade fenotípica da cultura, a qual consiste na capacidade da planta alterar a sua morfologia e os componentes do rendimento, a fim de adequá-los à condição imposta pelo arranjo de plantas, permitindo a manutenção da produtividade em ampla faixa de densidade. Em baixa densidade, as plantas de soja tendem a emitir maior quantidade de ramos e formar hastes mais robustas, aumentando o número de vagens por planta.

Figura 7 - Relação de número de ramos laterais da cultivar de soja BS2606 IPRO com a população de plantas (mil plantas ha⁻¹) em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* (A), espacialização da variável produtividade de grãos (kg ha⁻¹) no talhão (B), espacialização da variável população de plantas (mil plantas ha⁻¹) (C). Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.

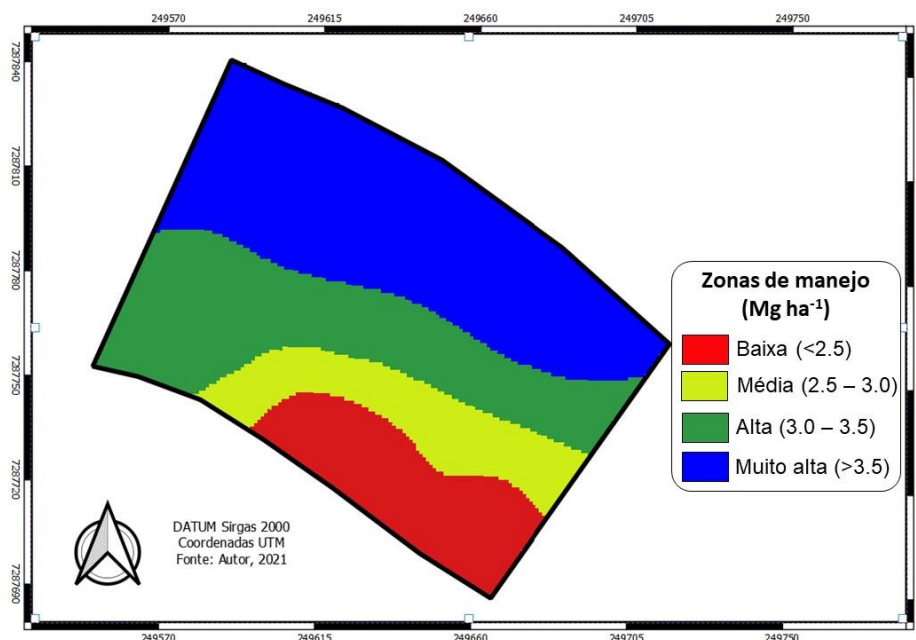


Fonte: o autor, 2021.

Utilizando a variável produtividade de grãos, foi possível gerar zonas de manejo como mostra a Figura 8. Na espacialização do talhão foi gerado quatro zonas de manejo conforme a produtividade de grãos (Mg ha^{-1}), classificando como baixa ($< 2.5 \text{ Mg ha}^{-1}$), média (2.5 a 3.0 Mg ha^{-1}), alta 3.0 a $3.5 \text{ (Mg ha}^{-1})$ e muito alta ($>3.5 \text{ Mg ha}^{-1}$). A zona de manejo classificada como muito alta ocupou toda a área onde foi implantado o consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis*, indicando que, além dos benefícios da palhada gerada pela forrageira, as raízes que ficaram no solo proporcionaram condições favoráveis para as plantas de soja. Conforme Balbinot Jr. *et al.* (2017) o cultivo das brachiarias durante o outono-inverno aumenta a produtividade de grãos da soja em sucessão, sendo que as raízes das brachiarias proporcionam maior produtividade que a palhada, e que, a presença combinada de raízes e palha confere melhor desempenho à soja do que a presença isolada de raízes ou palha.

Inversamente, a zona de manejo classificada como baixa é oriunda de manejo com baixo aporte de biomassa de raiz proporcionada pela cultura do milho, aliado ao baixo aporte de biomassa de palhada, pois nesse caso a palhada foi retirada da parcela.

Figura 8 - Zonas de manejo e a espacialização no talhão da cultivar de soja BS2606 IPRO em sucessão ao milho e consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis*. Assis Chateaubriand, PR. Safra 2020/21.



Fonte: o autor, 2021.

A diminuição da população de plantas em 15% quando houve palhada de milho e de 25% onde houve palhada de milho + brachiaria não foram limitantes no rendimento da cultura da

soja. Frente ao aumento dos custos com sementes, em razão da inserção de tecnologias da engenharia genética, a utilização de taxa variável conforme as zonas de manejo, pode ser uma alternativa para potencializar a utilização desse insumo, trazendo resultados satisfatórios na produtividade da cultura.

Conclusões

A utilização de interpolação e rendimento da cultura é possível gerar mapas com zonas de manejo, influenciado diretamente pelo sistema de culturas na área.

O consórcio de milho segunda safra com *Brachiaria ruziziensis* proporcionou maior uniformidade no rendimento da soja em sucessão, o que pode ter sido ocasionado principalmente pelo aporte de raízes no sistema.

A taxa variável de semeadura pode ser implementada, quando há separação de zonas de manejo, e diminuição de até 25% de sementes em zonas de capacidade de alta resposta, os resultados podem ser promissores.

Referências

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zeamays*) cultivado em sucessão. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 569-576, 2008.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A.H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.58, p.592-598, 2017.

BASF, 2021. Disponível em: <<https://das.basf.com/seedrecommendation/index.html#/seedrate;ref=QlItYWdyaWN1bHR1cmU%3D>>. Acesso em: 15 nov 2021.

BORGHI, Emerson; CECCON, Gessi; CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa. **Manejo de espécies forrageiras em consórcio com milho safrinha**. In: Embrapa Pesca e Aquicultura- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: SEMINÁRIO NACIONAL [DE] MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados. Estabilidade e produtividade: anais. Brasília, DF: Embrapa; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013., 2013.

CECCON, G.; SILVA, J. F.; MAKINO, P. A.; LUIZ NETO NETO, A. Consórcio milho-braquiária com densidades populacionais da forrageira no centro-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 157-167, 2018.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; NETO, D. de O. A.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônomo de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

CONAB, (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento de safra brasileira: grãos**. Quinto levantamento, V. 8 – SAFRA 2020/21, 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, 2018. 351p.

FRANCHINI, Julio Cezar et al. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009.

JUNIOR, A. A. B., FRANCHINI, J. C., DEBIASI, H., & YOKOYAMA, A. H. (2017). Contribuição de raízes e parte aérea de espécies de braquiárias no desempenho da soja em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(8), 592-598.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. 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.

MAUAD, M., SILVA, T. L. B., NETO, A. I. A., & ABREU, V. G. (2010). Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, 3(9), 175-181, 2010.

NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

RUAS, R.A. A; GUIMARÃES, J. L. N; Módulo 3 - **Agricultura de Precisão na Semeadura Mecanismos distribuidores de sementes e fertilizantes**. Serviço Nacional de aprendizado rural de Goiás. 2015.

SAGA USER GROUP ASSOCIATION. System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA). **Göttingen: Department for Physical Geography, University of Göttingen**. Disponível em: Acesso em 08 nov. 2021.

SANTOS, E. L. AGASSI, VJ, CHICOWSKI, AS, FRANCHINI, JC, DEBIASI, H., & BALBINOT JUNIOR, AA (2018). "Agrupamento de plantas de soja na linha de semeadura com diferentes números de relação por cova." **Ciência Rural** 48 (2018).

SANTOS, E. L.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.; VIEIRA, M. J.; BALBINO JR, A. A. Chiseling and gypsum application affecting soil physical attributes, root growth and soybean yield. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 50, n. 4, p. 536-542, 2019.

SANTOS, E. L.; ALMEIDA, A.L.F.; PENHA, G.G.; GIOVANELLI, E.M.; ALMEIDA, N.B.; ALMEIDA, E.M.; SILVA, R.C. Mapeamento do manejo do solo e da água em uma propriedade na Região Oeste do Paraná. **Revista Cultivando o Saber**, v. 13, p. 30 a 44, 2020a.

SANTOS, E. L.; MARONEZE, L. P.; TONSIC, D. H.; ARMACOLO, N. M.; GUIMARÃES, M. F.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.; BALBINO JR, A. A. Distribuição de raízes, resistência tênsil e friabilidade de agregados em solo com diferentes sistemas de manejo. **Colloquium Agrariae**, v. 16, p. 19-28, 2020b.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. de S.; SOUZA, G. S. de; OLIVEIRA, R. B. de. Avaliação de interpoladores estatísticos e determinísticos na estimativa de atributos do solo em agricultura de precisão. **Idesia**, Arica, v. 26, n. 2, p. 75-81, 2008.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKY, D.A **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. New York: McGraw-Hill Book, 1997. 666p.