

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**ANA JÚLIA DANTAS BATISTA**

**ESPACIALIZAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DA SOJA**

**UBERLÂNDIA –MG  
2023**

ANA JÚLIA DANTAS BATISTA

## **ESPACIALIZAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado

UBERLÂNDIA – MG  
2023

**ANA JÚLIA DANTAS BATISTA**

**ESPACIALIZAÇÃO DA ESTIMATIVA DE PRODUTIVIDADE DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado

Aprovado pela Banca Examinadora em: 27 de novembro de 2023

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado – (ICIAG UFU)

---

Prof. Dr. Hugo César Rodrigues Moreira Catão – (ICIAG UFU)

---

Eng. Agrônomo Dr. Adílio de Sá Júnior – (ICIAG – UFU)

**UBERLÂNDIA - MG**  
**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria primeiramente de agradecer a Deus e Nossa Senhora por terem me abençoado e me guiado durante todos esses anos de graduação.

Agradeço aos meus pais Fabiano e Ana Paula, e meu irmão João Vítor, pois foram eles que me apoiaram desde o início dessa caminhada, e também aos meus avós por toda oração e torcida, sem eles esse sonho seria impossível.

Agradeço ao meu namorado Jorge Augusto por toda paciência e por ter acreditado muito em mim no último ano de faculdade.

Agradeço a todos os amigos que a UFU me presenteou, em especial a Hellen e ao Felipe, que foram minha fortaleza nesses anos, me ajudando e apoiando em todos os desafios e processos dentro da universidade.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia por todas as oportunidades e pela concretização da graduação em Agronomia, sou grata também a professores que fizeram a diferença durante esses anos, em especial, meu orientador Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado, também o Prof. Dr. Hugo Catão e o técnico de laboratório Dr. Adílio de Sá Júnior, por toda ajuda e ensinamentos.

Agradeço também ao grupo GeAP, junto com os colegas aprendi muito e com certeza fizeram diferença na profissional que serei agora.

Muito obrigada a todos que de alguma forma participaram da minha jornada na graduação.

## RESUMO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) mudou as perspectivas do agronegócio no país, onde a obtenção de maiores tetos produtivos pode ser melhor explicado a partir dos componentes produtivos, em especial a partir do uso de ferramentas de agricultura de precisão. O presente trabalho teve por objetivo avaliar, de forma espacial, os componentes produtivos e a estimativa de produtividade da soja. O experimento foi conduzido sob plantio direto com sequeiro, em uma área de 48 ha, altitude média de 906 m e clima tipo Aw, tropical com estação de inverno seca e precipitação média de 1.342 mm. Foram coletados dados do número de plantas por hectare, número de vagens por planta, número de grãos por vagens e peso de mil grãos (PMG) e a partir deles, realizada a estimativa da produtividade e a sua comparação com a produtividade real de soja. Para as avaliações foram colhidas 5 plantas consecutivas nas 2 linhas centrais de cada parcela. Para o cálculo da produtividade as plantas foram trilhadas e determinado o peso de mil grãos na umidade dos grãos de 13%. Os dados foram analisados pela estatística descritiva (dados de tendência central), por meio da correlação linear de Pearson e de forma espacial com uso da geoestatística, a partir da modelagem de semivariogramas e interpolação por krigagem. A partir dos dados foi observado correlação negativa entre os mapas de população de plantas e a distribuição espacial do número de grãos por planta e de vagens por planta. Por outro lado, houve correlação direta entre a produtividade estimada e o PMG. Embora as plantas possuam um maior número de vagens e grãos, estes não refletem necessariamente em maiores produtividades sendo o PMG o atributo que estaria influenciado a produtividade da soja. A partir dos dados conclui-se que a produtividade estimada pode ser verificada a partir do componente produtivo peso de mil grãos - PMG.

**Palavras – chave:** *Glycine max*, agricultura de precisão, produtividade estimada.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>2</b>
2.1 Coleta de dados .....	2
2.2 Instalação da cultura e marcação da área .....	2
2.3 Colheita da soja.....	3
2.4 Vagens por planta, grãos por vagens e número de grãos .....	4
2.5 Peso de mil grãos (PMG).....	4
2.6 Umidade dos grãos .....	5
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>11</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A inserção da soja (*Glycine max L. Merrill*) no Brasil mudou as perspectivas do agronegócio do país, sendo hoje responsável por grande parte da sua economia (SILVEIRA, 2021). A produtividade de soja na safra 2022/23 foi de mais de 150 milhões de toneladas, sendo o grão mais produzido e colhido no país (CONAB, 2023).

O contínuo aumento produtivo considera, entre outros aspectos, a escolha da área, da cultivar, do espaçamento e da profundidade de semeadura adequados, visando expressar o potencial produtivo da cultura (MAUAD, 2010). Destes, o arranjo espacial adequado auxilia em reduzir a competição interespecífica por recursos ambientais, como água, luz e nutrientes (BALBINOT JUNIOR et al., 2015; CRUZ, 2016), sendo recomendadas para a soja populações entre 200 a 300 mil plantas por hectare (PINTO et al., 2023).

A obtenção das produtividades pode ser melhor explicada a partir dos componentes produtivos (ZUFFO et al., 2018), divididos em diretos (número de plantas por hectare, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de mil grãos-PMG) e indiretos (número de nós e altura de planta). Dessa maneira, a estimativa de produtividade (sacas/ha) considera a multiplicação de plantas/ha x vagens/planta x grãos/vagens x PMG (ZANON et al., 2018).

Visando altas produtividades, a tecnologia foi acompanhando a evolução da agricultura (MESQUITA E FURTADO, 2019), surgindo assim a agricultura de precisão (AP), que visa reduzir as ineficiências na produção agrícola e com aumento do retorno econômico (SEARCY, 2000). Entre as ferramentas da AP, a geoestatística permite o estudo da variabilidade espacial, a partir do uso de semivariogramas e interpolação por krigagem (SANTOS et al., 2012; GREGO et al., 2014), auxiliando na interpretação dos atributos da área e produtividade da soja. A definição de variabilidade espacial pode ser assim dada, a partir de atributos de textura e fertilidade do solo, pragas e produtividade dentre outros. O presente trabalho teve por objetivo avaliar, de forma espacial, os componentes produtivos e a estimativa de produtividade da soja, no intuito de descobrir quais atributos produtivos podem prejudicar a produtividade final.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados na Fazenda Experimental do Glória - UFU, localizada na cidade de Uberlândia-MG (18,95° S e 48,19° L), em área de 48 ha, com altitude média de 906 m. O experimento foi conduzido sob plantio direto em sequeiro, com clima tipo Aw (Köppen-Geiger), tropical com estação de inverno seca e precipitação média de 1.342 mm.

### 2.1 Coleta de dados

A coleta de dados foi definida em um talhão de 48 hectares, considerando um ponto amostral por hectare (Figura 1). A malha amostral foi definida com o programa de informações geográficas Qgis (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2015). Para localização dos pontos a campo foi utilizado o GNSS de navegação Garmin Etrex Vista 30x.



**Figura 1:** Área experimental de 48 ha e malha de pontos para coleta de dados.

### 2.2 Instalação da cultura e marcação da área

A semeadura da área foi realizada em 28 de outubro de 2022, com sementes da cultivar de soja HO Apore IPRO (75HO111 IPRO; grupo de maturação 7.3, hábito indeterminado) espaçamento entrelinhas de 0,50 m e população padrão de 15 sementes/m. Em cada um dos 48 pontos da área foram demarcadas parcelas experimentais com área útil de 8 m<sup>2</sup>, constituídas por 4 linhas espaçadas 0,5 m (Figura 2A) e 4 m de comprimento (Figura 2B), no estágio V1-V2 (Figura 2C). Os tratos culturais da área foram realizados pelo produtor de acordo com as necessidades que a cultura apresentou.



**Figura 2:** Área experimental semeada com espaçamento entre linhas de 0,5 m (A), demarcação das parcelas experimentais em estágio V1 e V2 da soja (B e C).

### 2.3 Colheita da soja

A colheita teve início no dia 27 de fevereiro de 2023. Após localizadas as parcelas experimentais, com auxílio do GNSS, foram realizadas as contagens do número de plantas, da altura das plantas e do número de nós (Figura 3A e 3B), e na sequência, realizada a colheita manual das parcelas úteis (Figura 3C). A trilha da soja foi realizada em máquinas próprias para esse fim, e seu armazenamento em câmara fria. (Figura 3D).



**Figura 3:** Leituras do número de plantas, altura e número de nós (A e B), colheita manual das parcelas (C) e retirada do material do campo (D).

Para as avaliações foram colhidas 5 plantas consecutivas nas 2 linhas centrais de cada parcela, sendo assim utilizadas 10 plantas por parcela. Para o cálculo da produtividade as plantas foram trilhadas e determinado o peso de mil grãos- PMG, de acordo a metodologia proposta pela Regra para análises de sementes – RAS, a uma umidade dos grãos de 13% (umidade ideal para armazenamento e venda dos grãos).

#### 2.4 Vagens por planta, grãos por vagens e número de grãos

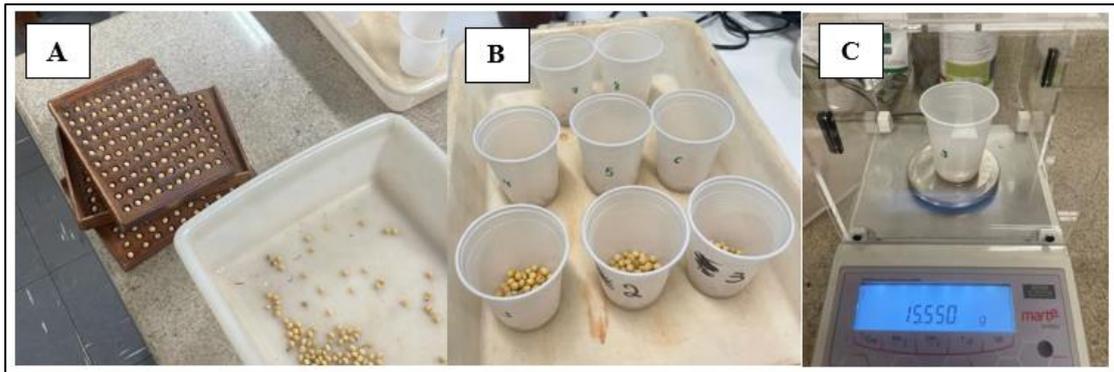
As amostras de dez plantas, obtidas nas linhas centrais das parcelas experimentais foram conduzidas ao Laboratório de Análises de Sementes – UFU (LASEM) para análise. Foram realizadas a contagem do número de vagens, considerando vagens com 1, 2, 3 e 4 grãos (Figuras 4A) e a obtenção do número total de grãos. Para a contagem do número de grãos, as vagens contidas nas 10 plantas de cada parcela foram debulhadas manualmente (Figura 4B).



**Figura 4:** Contagem do número de vagens (A) e do número de grãos (B).

#### 2.5 Peso de mil grãos (PMG)

A obtenção do peso de mil grãos seguiu as orientações das Regras para análises de sementes - RAS (BRASIL, 2009). Foram pesadas oito amostras com 100 grãos e calculado seu coeficiente de variação (CV), observando que o mesmo não ultrapasse 4% (Figura 5A). Após este procedimento foram obtidas as médias das 8 amostras e calculado o PMG (Figura 5B) com uso de uma balança de precisão (Figura 5C).



**Figura 5:** Separação de amostras de 100 grãos para contagem (A e B) e pesagem das amostras em balança de precisão (C).

## 2.6 Umidade dos grãos

Após a obtenção do PMG foi determinada a umidade dos grãos (BRASIL, 2009). Para isso foi utilizado o método de estufa. Para cada parcela experimental foram obtidos o peso uma amostra de 4,5 gramas, em duplicata (Figura 6A), sendo os grãos acondicionados em recipientes de alumínio (Figura 6B). Esses recipientes permaneceram na estufa previamente regulada a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  por 24 horas (Figura 6C). As amostras após esfriarem em dessecador e atingirem temperatura ambiente, foram pesadas. Sendo os resultados expressos em porcentagem.



**Figura 6:** Amostras de 4,5 gramas (A); acondicionamento em recipientes de alumínio (B) e estufa de secagem (C).

Para a determinação da umidade foi aplicada a Fórmula 1, para posterior correção de umidade.

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso final; p = peso inicial; t = tara

Em seguida, a umidade dos grãos foi ajustada para 13%. Para isto, foi utilizada a fórmula que permite uma estimativa de peso sendo:

$$\text{Peso corrigido para Ud\%} = \text{Peso Úmido} \times \frac{100 - \text{'Umidade Atual'}}{100 - \text{Ud\%}}$$

Em que: Ud% = Umidade desejada.

## 2.7 Análise estatística

Foi realizada análise estatística descritiva a partir de dados de tendência central. Na sequência, os dados foram analisados pela correlação linear de Pearson e, finalmente, foram submetidos à análise espacial por geoestatística. Esta última a partir da modelagem de semivariogramas e interpolação por krigagem, com auxílio do programa Surfer.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da soja apresentou média de 3.580 kg/ha, próximo à média nacional de 3.508 kg/ha (CONAB, 2023). Quando comparadas a produtividade real e a estimada foi possível evidenciar uma superestimativa de 438 kg/ha (Tabela 1).

**Tabela 1:** Análise descritiva dos componentes produtivos e da produtividade real e estimada da soja, safra 2022/2023.

	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	CV (%)
Plantas/ha	151.250	306.250	247.448	249.375	11,3
Vagens/planta	29,7	65,3	42,4	40,6	20,2
Grãos/planta	70,8	159,5	105,0	100,5	19,9
PMG (g)	137,5	178,9	156,5	156,5	5,5
Prod. Estimada*	2436,6	5630,5	4018,5	3956,5	17,3
Prod. Real*	2560,6	4500,0	3580,6	3604,6	11,0

\* Valores em kg/ha; PMG: peso de mil grãos; CV%: coeficiente de variação,

A mesma pode ser explicada a partir dos valores máximos, superiores em 1.630 kg/ha em relação à produtividade real.

Quando analisado o CV% é possível verificar altos valores para os atributos vagens/planta (20,2%) e grãos/planta (19,9%), Isso acontece pois quanto maior o CV, maior é a variabilidade das informações em relação à média, ou seja, fazem parte de um grupo mais heterogêneo. Por sua vez, o menor CV% foi registrado para o PMG (5,5%), e quanto menor é o CV, mais homogêneo é o conjunto de dados. Considerando que o PMG não depende apenas da genética, mas também do ambiente, o menor CV% encontrado indica que o ambiente não seria um fator determinante para este componente. As produtividades registraram, por sua vez, valores de 17,3% e 11,0%, respectivamente para a produtividade estimada e real.

A partir dos dados de correlação linear é possível verificar a associação entre os atributos em estudo (FILGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009; DALCHIAVON, 2012; PARANHOS et al., 2014). Para a produtividade estimada é possível verificar ausência de correlação com o componente número de plantas/ha e correlação significativa com o número de vagens/plantas ( $r = 0,6$ ), grãos/planta ( $r = 0,6$ ) e PMG ( $r = 0,4$ ). Isto demonstra que quanto mais vagens e grãos tiverem as plantas, maior será a produtividade esperada (Tabela 2). Os dados corroboram o trabalho de Peixoto et al. (2000) ao encontrar correlação entre a produtividade e o peso de mil grãos.

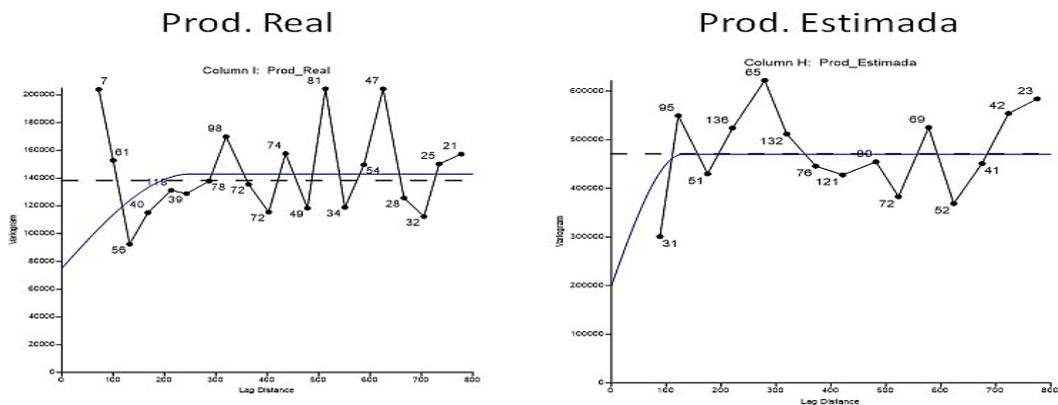
**Tabela 2:** Correlação linear de Pearson para os componentes produtivos e a produtividade estimada de soja.

	Plantas/ha	Vagens/planta	Grãos/planta	PMG	Produção Estimada
Plantas/ha	1,0	<b>-0,5</b>	<b>-0,6</b>	<b>-0,3</b>	0,2
Vagens/planta	<b>-0,5</b>	1,0	<b>0,9</b>	-0,2	<b>0,6</b>
Grãos/planta	<b>-0,6</b>	<b>0,9</b>	1,0	-0,2	<b>0,6</b>
PMG (g)	<b>0,3</b>	-0,2	-0,2	1,0	<b>0,4</b>

Os componentes Grãos/planta e Vagens/planta apresentaram correlação significativa de  $r = 0,99$ , demonstrando influência entre eles, o que pode ser corroborado no trabalho de Martins (2022) quando testados diferentes espaçamentos entre plantas. Já a correlação entre as Plantas/ha e as componentes Vagens/planta e Grãos/planta apresentou valores negativos de  $r = -0,5$  e  $r = -0,6$ , respectivamente. Essa relação inversa indica que, a maiores populações as

plantas estariam se produzindo um menor número de vagens e grãos por planta, Esse fato ocorre pois quanto mais plantas por metro, maior a competição entre elas, fazendo com que cada uma não expresse seu total potencial produtivo, ocasionando uma queda na produtividade.

Quando realizada a análise espacial, a partir da geoestatística, é possível observar presença de comportamento espacial para os componentes produtivos e as produtividades real e estimada, com ajustes de modelos de semivariograma esférico (Figura 7).

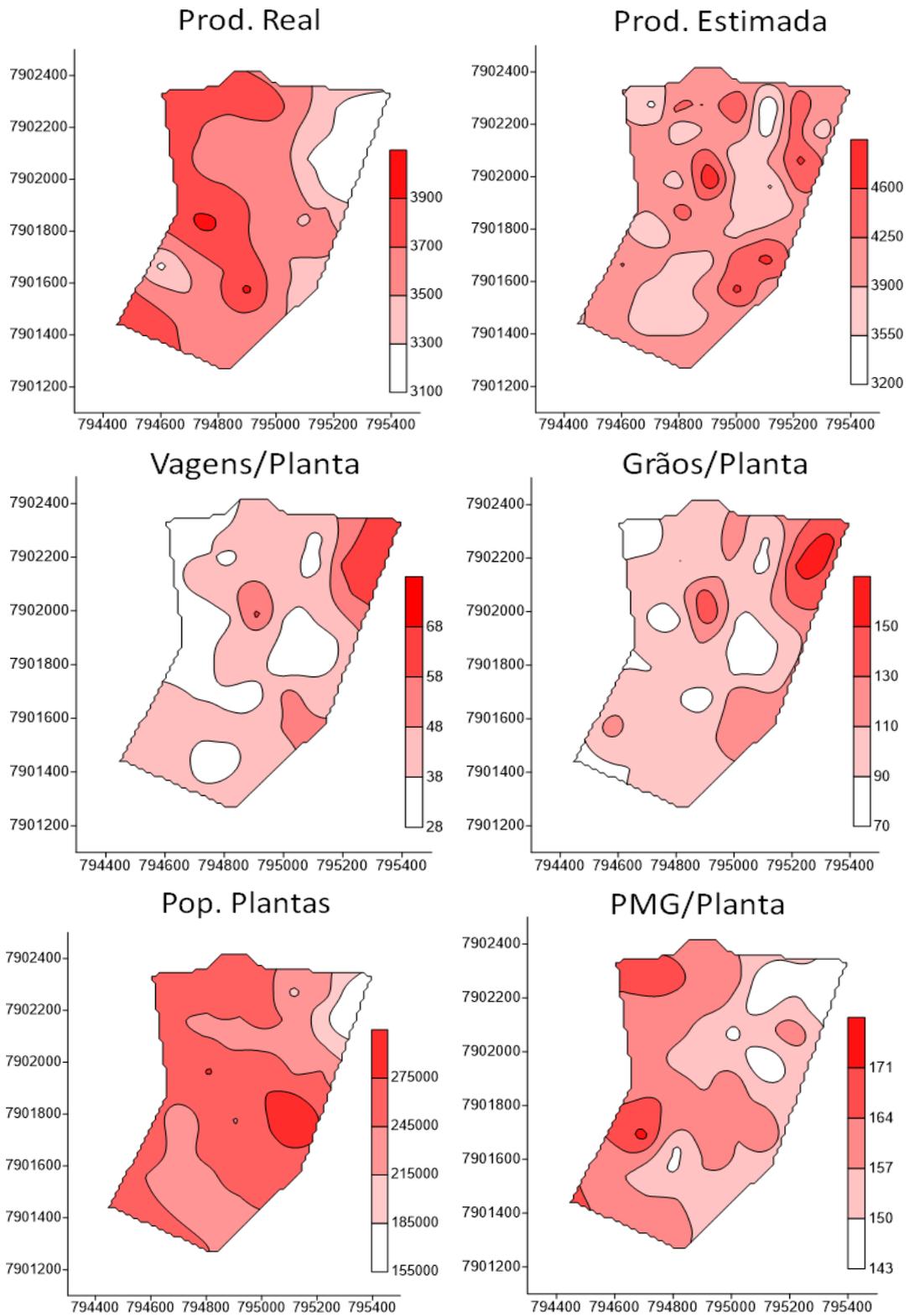


**Figura 7:** Semivariogramas esféricos ajustados para as produtividades real e estimada de grãos de soja, safra 2022/2023.

Nos modelos de semivariograma existe um alcance (a) de 200 m e 120 m para as produtividades real e estimada, respectivamente. O alcance indica a distância até onde há semelhança entre as amostras para um determinado atributo em estudo. O maior alcance encontrado para a produtividade real indica uma maior continuidade do fenômeno entre as amostras e pode ser visualizado nas maiores manchas no mapa correspondente (Figura 8). O menor alcance na produtividade estimada pode refletir inconformidades em algum dos componentes produtivos utilizados na estimativa.

A produtividade dos grãos é resultado da interação de fatores bióticos e abióticos refletidos no índice de área foliar, população final de plantas, eficiência fotossintética entre outros, o que justifica as variações encontradas (TEKRONY E EGLI, 1991).

Aos observar os mapas de população de plantas e de vagens/planta (Figura 8), nota-se uma relação inversa entre estes, especificamente na região superior direita dos mapas. Essa relação pode ser verificada nos dados de correlação encontrados (Tabela 2). A relação inversa foi também verificada para o mapa do número de grãos/planta.



**Figura 8:** Mapas interpolados por krigagem para os componentes produtivos e produtividades real e estimada de soja, safra 2022/2023.

Vaz Bisneta et al. (2015) afirmam que, ações que visem aumentar o número de vagens também aumentam o número de grãos por planta. Por outro lado, a correlação significativa e direta encontrada entre a produtividade estimada e o PMG (Tabela 2) pode ser corroborada a partir dos mapas de ambos atributos (Figura 8). De acordo com os dados, é possível afirmar que embora as plantas possuam um maior número de vagens e grãos, estes não refletirão, necessariamente, em maior produtividade, sendo o PMG o atributo que estaria alterando a produtividade.

Kuss et al. (2008) verificaram incremento no peso de grãos em relação à maior densidade de plantas. O aumento do PMG em decorrência do aumento da densidade populacional pode ser explicado pelo efeito compensatório entre os componentes produtivos da soja quando submetida a diferentes populações (PERINI et al.; 2012; DERETTI et al., 2022). Os dados encontrados demonstram que, apesar de haver efeito compensatório da população em plantas de soja, a semeadura deve visar uma população adequada em todo o talhão.

O número de vagens/planta e de grãos/vagens são componentes importantes para a produtividade de grãos de soja, uma vez que alterações nesses componentes influenciam a mesma, podendo serem modificados também em função da população de plantas (SMIDERLE et al. 2016). Como observado, o número de grãos e vagens por planta são atributos importantes caso respeitem o arranjo espacial, para que a planta chegue em seu total potencial produtivo.

#### **4. CONCLUSÃO**

A produtividade estimada pode ser verificada a partir do componente produtivo peso de mil grãos.

Os componentes produtivos, vagens por planta e grãos por vagens, apresentam relação inversa em relação a população de plantas.

A relação entre os componentes produtivos e a produtividade estimada de soja é verificada a partir do comportamento espacial existente para os mesmos.

## 5. REFERÊNCIAS

- BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCOPIO, S.O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. (2015). **Densidade de plantas na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja. 36 p. (Documentos 364, Novembro 2015).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária (RAS)**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 398p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento de safra brasileira – grãos: Décimo segundo levantamento, setembro 2023 - Safra 2022/2023**. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/monitoramento-agricola>. Acesso em: 18 out 2023.
- CRUZ, S.C.S.; JUNIOR, D.G.S.; DOS SANTOS, D.M.A.; LUNEZZO, L.O.; MACHADO, C.G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2016.
- DALCHIAVON, F.C. **Correlações de Pearson e geoestatísticas entre a produtividade de cana-de-açúcar, estabelecida em dois métodos de colheita, e atributos físico-químicos do solo**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Faculdade de Engenharia, Ilha Solteira, 2012.
- DERETTI, A.F.H.; SANGOI, L.; JUNIOR, M.C.M.; GULARTE, P. S., CASTAGNETI, V., DIANDRA BERNADINO. Correlação de Pearson: de que se trata esse coeficiente? **Site QuestionPro**. 2022
- GREGO, C.R.; OLIVEIRA, R.P.; VIEIRA, S.R. Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão. *In*: BERNARDI, A.C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, Á.V.; BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y. **AGRICULTURA DE PRECISÃO: Resultados de um Novo Olhar**. 1 ed. Brasília: Embrapa, 2014, 74-83 p.
- KUSS, R.C.R.; KÖNIG, O.; DUTRA, L.M.C.; BELLÉ, R.A.; ROGGIA, S.; STURMER, G. R. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v. 38, p. 1133-1137, 2008.
- MARTINS, B.I. **Influência da poda apical e do espaçamento entre linhas no desempenho agrônomo da soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Curso de Agronomia – Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Laranjeiras do Sul, 2022.
- MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; NETO, A.I.A.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.
- MESQUITA, F.; FURTADO, A.T. Mudanças estruturais e espaciais na agricultura. **Mercator**, v. 18, p. 1-17, 2019.
- PARANHOS, R., FIGUEIREDO FILHO, D.B.; DA ROCHA, E C.; DA SILVA JÚNIOR, J. A., NEVES, J.A.B.; SANTOS, M.L.W.D. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson: o retorno. **Leviathan**, n. 8, p. 66-95, 2014.
- PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

- PERINI JUNIOR, L.; FONSECA JÚNIOR, N.D.S.; DESTRO, D.; PRETE, C.E.C. Components of the production in soybean cultivars with determinate and indeterminate growth. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. Suppl. 1, p. 2531-2543, 2012.
- PINTO, G.M.C.; FERREIRA, H.V.B.; DE CARVALHO, T.C. DIFERENTES DENSIDADES DE POPULAÇÕES DE PLANTAS NA SE-MEADURA DA CULTURA DA SOJA (*Glycine max*)(L.) Merrill. **Revista Scientia Rural**, v. 27, n. 1, 2023.
- SANTOS, D.D.; SOUZA, E.G.D.; NÓBREGA, L.H.; BAZZI, C.L.; GONÇALVES JÚNIOR, A.C. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho após cultivo de soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 843-848, 2012.
- SEARCY, S.W. Agricultura de Precisão: um desafio para a extensão e educação continuada. In: BALASTREIRE, L.C. **O estado-da-arte da Agricultura de Precisão no Brasil**. Piracicaba: L. A. Balastreire, 2000. P. 17-24.
- SILVEIRA, B.M.D. **EFEITOS DA INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO ASSOCIADA A APLICAÇÃO DE MICRONUTRIENTES NA CULTURA DA SOJA**. (2021). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Cachoeira do Sul, 2021.
- SMIDERLE, O.J.; GIANLUPPI, D.; SOUZA, A.G. Variability among BRS 8381 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) yield components under different liming rates and sowing densities on a savanna in Roraima, Brazil. **Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales**, n.1, v.2, p.49-55, 2016.
- TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, v. 31, n. 3, p.816-82, 1991.
- VAZ BISNETA, M., DUARTE, J. B., MELLO FILHO, O. L., ZITO, R. K., RODRIGUES, J. S., CARVALHO JUNIOR, E. M., & ALVARENGA, W. B. Correlação entre componentes de produção em soja como função de tipo de crescimento e densidade de plantas. In: **Proceedings of the VII congresso brasileiro de soja**. Embrapa Soja, Florianópolis. 2015. p. 659-661.
- ZUFFO, A.M.; RIBEIRO, A.B.M.; BRUZI, A.T.; ZAMBIAZZI, E.V.; FONSECA, W.L. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 27, n. 1, p. 78-90, 2018.