

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

JULIA NASCIMENTO NUNES

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES
ZONAS DE MANEJO E DENSIDADE DE PLANTIO

Uberlândia – MG

Junho 2021

JULIA NASCIMENTO NUNES

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES
ZONAS DE MANEJO E DENSIDADE DE PLANTIO

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

Orientador: Prof. Dr. Sandro Manuel
Carmelino Hurtado.

Uberlândia – MG

Junho 2021

JULIA NASCIMENTO NUNES

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE SOJA EM DIFERENTES
ZONAS DE MANEJO E DENSIDADE DE PLANTIO

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

Uberlândia, 29 de Junho de 2021.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado

Prof. Dra. Araína Hulmann Batista

Prof. Dr. Hugo César Rodrigues Moreira Catão

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar e guiar o meu caminho, aos meus pais Weder e Denise e ao meu irmão Luiz Eduardo, por todo amor e apoio que me dão todos os dias, é graças a eles que estou aqui hoje.

Agradeço ao meu namorado Nicolas, por todo carinho e companheirismo ao longo de toda essa jornada.

Agradeço aos colegas da turma 58^o e a todos os alunos da agronomia UFU por todos os momentos que compartilhamos durante a graduação.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia pela oportunidade de realização e concretização do curso de graduação em Agronomia e a todos os servidores, em especial ao meu orientador Prof. Dr. Sandro Manuel Carmelino Hurtado por todos os ensinamentos durante a minha formação.

Agradeço a equipe do GeAP, pelos aprendizados nesses anos e por todo apoio neste presente trabalho, juntamente com a equipe da fazenda EIDorado.

Muito obrigada a todos que de alguma forma fizeram parte da minha jornada, essa conquista é graças ao auxílio de todos vocês.

RESUMO

Os campos de produção de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) estão sujeitos a uma série de fatores, que influenciam nos atributos de produtividade e qualidade final das mesmas, sendo a agricultura de precisão uma forte aliada na tomada de decisões. O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade e qualidade de sementes de soja, em áreas com potenciais produtivos e população de plantas diferenciados, a partir da geração de zonas de manejo. O experimento foi realizado na fazenda ElDorado, localizada no município de Uberlândia – MG. Prévio a definição das zonas de manejo (ZM) foi realizada a coleta de amostras de solo (0-0,2 m) em grade regular de 5 pontos/ha. As ZM consideraram os atributos altitude, condutividade elétrica aparente do solo (CEa), matéria orgânica (MOS), argila e capacidade de troca catiônica (T). Para cada uma das duas ZM definidas foram estabelecidas três densidades de plantio de soja (230 mil, 280 mil e 330 mil plantas ha⁻¹) e três repetições. As sementes foram colhidas em parcelas úteis de área igual a 8 m², para as quais foi estimada a produtividade na umidade final de 13%. Foi obtido o peso de 1000 sementes (PMS) e o diâmetro médio das sementes, com uso de peneiras com aberturas entre 6,26 mm e 3,90 mm. A qualidade fisiológica das sementes foi determinada pelo teste de germinação. A partir dos dados foi possível observar média de produtividade superior na ZM de alto potencial produtivo, com destaque para as populações com 230 e 330 mil plantas ha⁻¹. Na zona de baixo potencial produtivo as melhores produtividades foram observadas para a população de 280 mil plantas ha⁻¹. PMS maior foi obtido na ZM de baixo potencial produtivo. Já o teste de peneira não permitiu diferenciar ambas ZM, sendo obtida a maior retenção de sementes na peneira 14, com abertura igual a 5,46 mm. Por fim, o teste de germinação apresentou os maiores valores, com média igual a 78%, na ZM de alto potencial, sendo observado uma menor porcentagem de plântulas deformadas. A população de 330 mil plantas ha⁻¹ e a zona de manejo de alto potencial produtivo apresentaram as melhores condições para a produtividade e qualidade física e fisiológica de sementes de soja.

Palavras-chave: *Glycine max*, agricultura de precisão, germinação.

ABSTRACT

The fields of soybean (*Glycine max* L. Merrill) seed production are exposed of factors that influence their productivity attributes and final quality, and precision agriculture is a strong ally in decision making. The objective of the study was to evaluate the productivity and quality of soybeans seeds in areas with different productive potentials and plant populations, based on the generation of management zones. The experiment was conducted on the ElDorado farm, located in the city of Uberlândia - MG. Before defining the management zones (MZ), soil samples were collected (0-0.2 m) in a regular grid of 5 points/ha. The MZs considered the attributes altitude, soil apparent electrical conductivity (CEa), organic matter (MOS), clay and cation exchange capacity (T). For each of the two defined MZs, three soybean planting densities were established (230, 280 and 330 thousand plants ha⁻¹) and three repetitions. The seeds were harvested in useful plots with an area equal to 8 m², where the productivity was estimated at the final moisture of 13%. The weight of 1000 seeds (SMP) and the average diameter of the seeds were obtained, using sieves with apertures between 6.26 and 3.90 mm. The physiological quality of the seeds was determined by the germination test. It was possible to observe higher average productivity in the high yield potential MZ, especially for populations with 230 and 330 thousand plants ha⁻¹. In the zone of low productive potential, the best productivity was observed for the population of 280 thousand plants ha⁻¹. The highest SMP was obtained in the low yield potential MZ. The sieve test did not allow differentiation between both MZ, being obtained the highest retention of seeds in the sieve 14, with opening equal to 5.46 mm. Finally, the germination test showed the highest values, with an average of 78%, in the high potential MZ and a lower percentage of deformed seedlings. The population of 330 thousand plants ha⁻¹ and the MZ with the high productive potential presented the best conditions for productivity and physical and physiological quality of soybean seeds.

Keywords: *Glycine max*, precision agriculture, germination.

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Material e Métodos	10
2.1 Coleta de dados e definição de zonas de manejo	10
2.2 Colheita e análise das sementes de soja	12
3. Resultados e Discussão	16
4. Conclusões	21
Referências	21

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma espécie originária da Ásia, cultivada há centenas de anos, que se tornou uma das principais leguminosas produzidas no mundo (CUNHA; ESPÍNDOLA, 2015). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB, 2021), para a safra de 2020/21 a área plantada no Brasil apresenta estimativa de 38,5 milhões de hectares e uma produção recorde de 135,1 milhões de toneladas, com incremento de 8,2% em relação à safra passada. Com isso, o Brasil se destaca como o maior produtor de soja mundial (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2020).

Com o aumento da produção de grãos, conseqüentemente há o crescimento da produção de sementes. Na safra 2011/2012 a produção de sementes de soja no Brasil atingiu a marca de 1,4 milhões de toneladas, enquanto na safra 2018/2019 a produção de sementes de soja foi aproximadamente 3,8 milhões de toneladas, representando um aumento de mais de 100% em produção (Associação Brasileira de Sementes e Mudanças - ABRASEM 2021).

No entanto, além da quantidade, a boa qualidade de sementes produzidas é primordial, sendo um fator de extrema importância para o sucesso da cultura (LUCCA et al., citado por BLACK, 2000). A baixa qualidade das sementes de soja ocasiona severos problemas para sua comercialização, podendo trazer prejuízos como a reprovação de lotes e até mesmo campos inteiros de produção. Esse fato acarretaria um grande desperdício de recursos, visto que todo o manejo da lavoura é feito de maneira diferenciada, com altos investimentos que visam garantir a produção de sementes de alta qualidade (MATIONI et al, 2011). Desta forma, o uso de sementes de elevada qualidade e o emprego de melhores práticas culturais são condições indispensáveis para obtenção de altas produções (POLETTI et al., 1999).

Dentre as práticas culturais responsáveis por uma maior eficiência e sustentabilidade dos recursos econômicos e ambientais, a agricultura de precisão pode ser uma forte aliada durante as tomadas de decisão. Seu intuito é coletar informações sobre atributos químicos e físicos do solo, condições da cultura, topografia e produtividade, associando-as a sua localização, as quais podem ser expressas na forma de mapas que demonstram a distribuição espacial e temporal dos atributos observados (REIS, 2005). Segundo Milani (2006), o objetivo da agricultura de precisão é fazer com que a lavoura não seja considerada como um todo, mas sim por zonas de manejo ou

unidades de gestão referenciadas, que são subáreas com a mesma tendência de resposta à produtividade.

Os mapas de distribuição espacial das características do solo mostram a grande variabilidade de ambiente que as plantas podem encontrar em uma lavoura (AMADO et al., ANGHINONI, 2000; 2006; MULLA, 1993; SCHLINDWEIN;). A produção depende de várias características genéticas e ambientais, que podem expressar características fenotípicas distintas a partir de um mesmo material genético. Frente a isso é importante conhecer se existe ou não variabilidade espacial da qualidade fisiológica das sementes, no campo de produção no momento da colheita, assim como outros fatores já estudados. (MATIONI et al., 2011).

O estudo da variabilidade espacial dos atributos do solo possui grande importância nas alternativas de manejo, onde o crescimento e desenvolvimento das plantas podem ser influenciados por alterações nos atributos químicos do solo (MONTANARI et al., 2015) e a produtividade das culturas pode ser variável em uma mesma área por menor que seja o grau de variação espacial de determinados atributos (MATIAS et al., 2015). As zonas de manejo, de acordo com a definição de sua produtividade, baixa, média ou alta, poderão ser tratadas com homogeneidade, permitindo desta forma, a aplicação localizada de insumos e plantio de sementes em taxa variada (MILANI, 2006), sendo passíveis de receber as mesmas práticas agronômicas, vindo a reduzir os impactos do homem sobre o meio ambiente (MIQUELONI et al., 2015).

Práticas de manejo adequadas podem ser estabelecidas de acordo com as necessidades reais de um determinado talhão ou gleba da lavoura (ADAMCHUK et al., 2011), permitindo a minimização de possíveis danos ambientais além de aumentar a produtividade e qualidade fisiológica das sementes e, conseqüentemente, o retorno financeiro (BRINDAL; TEY, 2012).

Tendo em vista a importância de produzir sementes em detrimento de práticas e zonas de manejo, o estudo teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade de sementes de soja, em áreas com potenciais produtivos e população de plantas diferenciados, a partir da geração de zonas de manejo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na fazenda ElDorado, no município de Uberlândia - MG, com altitude média de 920 m, solo tipo Latossolo Vermelho Distrófico e textura muito argilosa. A área de 44 ha foi conduzida em sistema plantio direto sobre sequeiro (Figura 1).

2.1 Coleta de dados e definição de zonas de manejo

A coleta de amostras de solo foi realizada considerando uma malha regular de 1 ponto a cada 5 ha, com auxílio do programa Qgis (Qgis Development Team 2015). As amostras foram coletadas com auxílio de GNSS de navegação, na profundidade de 0-0,2 m, a partir de 10 subamostras retiradas em um raio igual a 5 m para cada ponto, com a ajuda de um trado. Foram obtidos dados de atributos químicos (SILVA, 2009) e físicos do solo (DONAGEMA et al., 2011).

Figura 1- Área experimental delimitada de 44 hectares



Fonte: Elaboração própria.

Foram coletados dados de condutividade elétrica aparente do solo (CEa) utilizando o sensor Veris 3100® (Figura 2). As leituras foram realizadas na profundidade de 0 - 0,3 m de forma contínua e a cada 2 segundos, com passadas do sensor em faixas distantes 20 m. Os dados de altitude foram coletados a partir de um GNSS instalado junto ao sensor.

Figura 2- Sensor Veris 3100® utilizado na obtenção de leituras de condutividade elétrica aparente do solo.

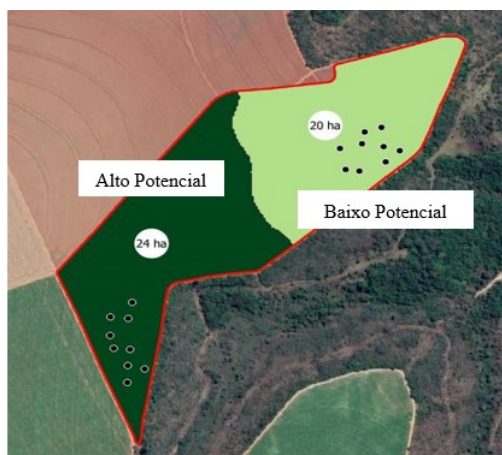


Fonte: Acervo pessoal.

Os dados de atributos de solo, CEa e altitude foram analisados de forma descritiva e pela geoestatística para interpolação e geração de mapas, utilizando o programa Qgis (QGIS Development Team, 2015) e do plugin Smart Map (PEREIRA et al., 2020).

Foram definidas zonas de manejo com auxílio do plugin Smart Map instalado no ambiente Qgis, considerando a altitude, CEa, matéria orgânica, argila e CTC, por apresentarem pouca ou nenhuma variação ao longo do tempo. Foi seguida a recomendação dada pelos índices FPI / NCE e a análise de agrupamentos com lógica Fuzzy. Dessa maneira foram estabelecidas duas zonas de manejo (dados não publicados), consideradas como de alto e baixo potencial produtivo (Figura 3). Após a definição das ZM foi instalado a cultura de soja (*Glycine max* L.) considerando as populações de 230.000, 280.000 e 330.000 plantas ha⁻¹, para cada uma das zonas e três repetições.

Figura 3- Zonas de manejo definidas para a área experimental.



Fonte: Elaboração própria

A coleta de dados de atributos de solo e a geração de zonas de manejo foram realizadas em etapa anterior a realização deste trabalho (dados não publicados), sendo o foco do presente trabalho, a análise da qualidade das sementes de soja a partir do momento da colheita.

2.2 Colheita e análise das sementes de soja

A colheita foi realizada em 27 de fevereiro de 2019, em parcelas úteis de 8m², sendo compostas por 4 linhas de 0,5m de espaçamento e 4 metros por linha. As plantas foram colhidas de forma manual e levadas para trilha mecânica (Figura 4), obtendo-se amostras de sementes para todas as parcelas experimentais.

Figura 4- Parcela experimental de 8m² e trilha mecânica da soja.



Fonte: Acervo pessoal.

Posteriormente, foi calculado o peso da massa de sementes e a umidade das amostras com o medidor de umidade G800 e realizado o cálculo da produtividade com o peso das sementes corrigido para 13% de umidade (Figura 5). A determinação da umidade foi realizada pelo método de estufa a 105°C, por 24 horas, com três repetições de aproximadamente 10 gramas. As percentagens de umidade das sementes foram calculadas conforme descrito nas Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 2009), pela fórmula:

$$U\% = 100 \times \frac{(P - p)}{P - t}$$

Em que:

U% = teor de umidade;

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

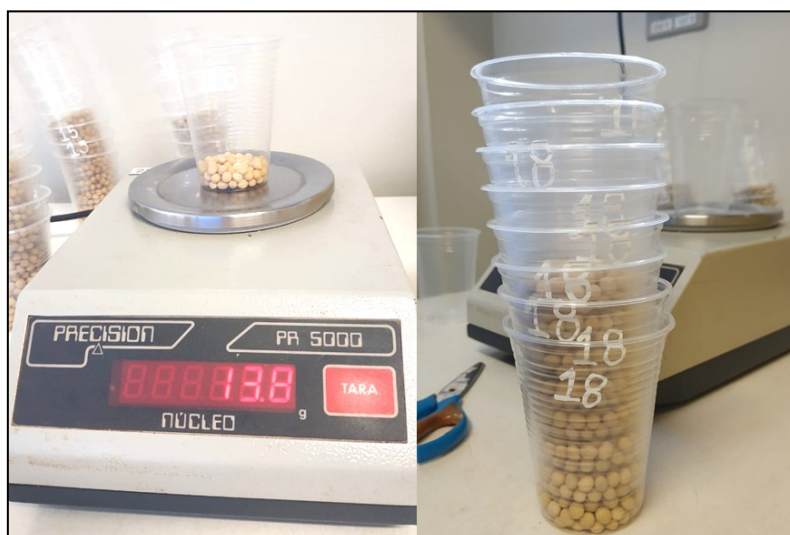
Figura 5. Pesagem da massa de sementes e detalhe do medidor de umidade G800.



Fonte: Acervo pessoal.

Para determinar o peso de mil sementes (PMS), as sementes foram contadas ao acaso, manualmente, utilizando-se 8 repetições de 100 sementes por amostra (Figura 6). Para cada repetição foi obtido o seu peso e determinada a sua umidade. Foi calculada a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos nas pesagens, sendo adotado um limite de 4% de coeficiente de variação entre as repetições, seguindo as metodologias descritas nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

Figura 6- Detalhe da obtenção do peso de mil sementes



Fonte: Acervo pessoal

A determinação do tamanho das sementes foi realizada a partir do teste de retenção em peneiras. Foram adotadas sete peneiras, de furos oblongos, do número 16 ao 10, com abertura de 6,26 (16); 5,85 (15); 5,46 (14); 5,07 (13); 4,68 (12); 4,29 (11) e 3,90mm (10) e um fundo cego (Figura 7).

Figura 7- Peneiras utilizadas no teste de retenção de peneiras.

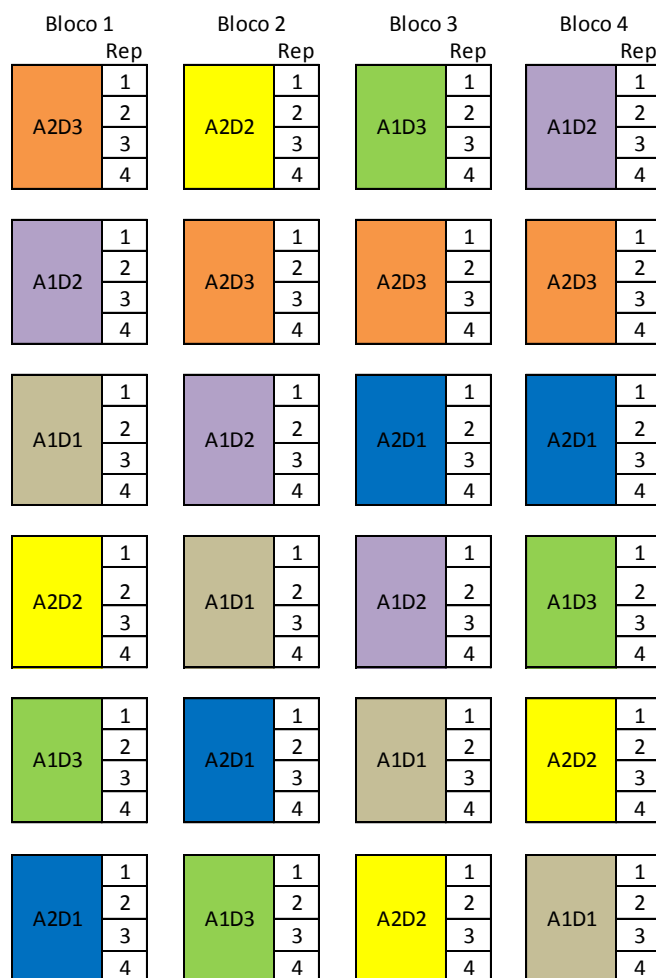


Fonte: Acervo pessoal.

Para cada tratamento foi colocada uma amostra de 100 g sobre a peneira superior e realizada agitação durante 30 segundos. As frações retidas em cada peneira foram pesadas separadamente e identificada a peneira com o maior número de sementes retidas, calculando a distribuição total de sementes para cada população e local potencial.

O teste de germinação seguiu os procedimentos definidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). O experimento foi iniciado três meses após a colheita das sementes de soja, seguindo delineamento de blocos casualizado (DBC) com quatro blocos, seis tratamentos e quatro repetições (Figura 8). Os tratamentos consistiram em duas zonas de manejo por três populações diferentes. Para realização do teste foram utilizadas 200 sementes por tratamento, sendo divididas em repetições de 50 sementes.

Figura 8- Disposição dos tratamentos para o teste de germinação



Fonte: Elaboração própria.

Em que:

A1 = Baixo potencial produtivo

A2 = Alto potencial produtivo;

D1 = 230 000 plantas ha⁻¹;

D2 = 280 000 plantas ha⁻¹;

D3 = 330 000 plantas ha⁻¹;

Rep = Repetições

Para a realização do teste de germinação, as sementes foram dispostas sobre duas folhas de papel germitest, umedecidas com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel não hidratado e cobertas com uma terceira folha para formar rolos. Os rolos das quatro repetições de cada tratamento conformaram um rolo maior, utilizando mais uma folha de papel, para então serem colocados em germinadores, com temperatura controlada, a 25°C.

As avaliações das plântulas e a classificação do tipo normal, anormal (deformada e danificada) e sementes infestadas e mortas foram realizadas no 5º e 8º dia após a instalação do teste (Figura 9), adotando o critério de plântulas normais, seguindo as normas estabelecidas no manual de Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Figura 9- Detalhe da avaliação no 5º dia de iniciado o teste de germinação.



Fonte: Acervo pessoal.

Com os dados de qualidade fisiológica coletados foi realizada a análise de variância e comparação de médias dos tratamentos com o teste Tukey a 5% de probabilidade, em um fatorial 2 x 3, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade

Observa-se, a partir dos dados, que a zona de manejo de alto potencial apresentou uma média superior de produtividade de sementes, com $4,6 \text{ t ha}^{-1}$, enquanto que a zona de baixo potencial, uma média de $4,34 \text{ t ha}^{-1}$, o que representa uma diferença de quatro sacas de sementes de soja por hectare (Tabela 1). Dentro da zona de baixo potencial, o melhor resultado de produtividade de sementes foi apresentado pela população de 280 mil plantas ha^{-1} , enquanto, na zona de alto potencial a população de 330 mil plantas ha^{-1} , obteve o melhor resultado.

O fato da população de 280 mil plantas ha^{-1} ter apresentado o melhor resultado na zona de baixo potencial pode ter ocorrido devido que, em densidades menores a

produção por planta aumenta, o que segundo Garcia (1992), ocorre por causa da capacidade da soja em ajustar os componentes de produção. Neste caso, o aumento do número de vagens e grãos produzidos por planta pode ter sido suficiente para compensar a menor população de plantas, e ainda proporcionar o aumento da produtividade (PEIXOTO, 1998).

Diferentemente da população de 230 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 1), provavelmente a baixa população em conjunto com a área de baixa aptidão produtiva, foi insuficiente para conseguir compensar a produtividade.

Tabela 1. Resultados da produtividade de campo de sementes de soja em locais com diferentes potenciais (baixo e alto) e com diferentes populações de plantas. Uberlândia-MG, 2019/20.

Potencial	Estande inicial (plantas ha ⁻¹)	Umidade das sementes (%)	Produtividade (13%) (kg ha ⁻¹)
Baixo	230.000	12,1	4.272
	280.000	12,2	4.937
	330.000	12,6	3.824
	Média	12,3	4.344
Alto	230.000	12,3	4.600
	280.000	11,9	4.370
	330.000	11,6	4.855
	Média	11,9	4.608
Desvio Padrão		±0,34	±412,18
CV (%)		1,17	69,8
Média		12,11	4.476

A população de 330 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 1), apresentou sua maior produtividade de sementes dentro da zona de alto potencial produtivo. Essa mesma densidade resultou em diferença de produtividade de 1 t ha⁻¹ entre as duas zonas de manejo. Analisando essa população dentro da zona com baixo potencial, foi encontrado um valor inferior às demais populações localizadas na mesma zona.

O aumento da produtividade de sementes da soja está relacionado a dois fatores: ao número de vagens por planta e a massa de sementes produzidos. Embora o número de vagens por planta diminua com o aumento da densidade de semeadura, o maior número de plantas proporciona maior número de vagens por hectare (Cruz et al., 2016). Porém, ao aumentar a densidade de plantas, influencia-se na competição por recursos do

meio, podendo assim modificar características produtivas e morfofisiológicas das sementes (GAUDÊNCIO et al., 1990). Considerando que a população foi aumentada em uma área pré-determinada com baixo potencial produtivo, possivelmente os recursos disponíveis foram insuficientes e influenciaram na produtividade final das sementes.

De acordo com Caliskan et al. (2007), não existe uma densidade de plantas de soja ideal para todos os ambientes e cultivares, sendo relevante a observação da interação entre o espaçamento e densidade de plantas para cada condição de cultivo.

Qualidade de Sementes

Em relação ao peso de mil sementes (PMS), este foi superior na zona de baixo potencial. No entanto, independente do potencial das regiões, os melhores resultados foram observados para a população de 330 mil plantas ha⁻¹ (Tabela 2). Ao aumentar a densidade há uma redução média do número de vagens por planta e uma possível competição por fotoassimilados, e sua maior concentração nas sementes (TOURINO, et al., 2002).

Tabela 2. Resultados da análise do peso de mil sementes e retenção em peneiras de dois locais potenciais (alto e baixo) para produção de sementes soja com diferentes populações de plantas. Uberlândia-MG, 2019/20.

Potencial	População inicial (plantas ha ⁻¹)	PMS -g-	PEN 14 %
Baixo	230.000	151.4	46.7
	280.000	150.4	44.2
	330.000	154.9	45.8
	Média	152,2	45,5
Alto	230.000	145.5	41.1
	280.000	140.3	50.9
	330.000	152.5	43.6
	Média	149,2	45,4
Desvio Padrão		±5,4	±3.3
CV (%)		28,9	11,1
Média		150,7	45,4

PMS: Peso de 1000 sementes; PEN14: Porcentagem de Retenção em peneira 14 em uma amostra de 100 gramas.

Outro fator que pode ter influenciado neste resultado é a plasticidade da cultura da soja em se adaptar a diferentes densidades de semeadura. Em trabalho realizado por Balbinot Junior et al. (2015), não foram encontradas diferenças significativas para os pesos de mil sementes em diferentes densidades. Segundo o autor, a massa de sementes é pouco afetada pela densidade de plantas, pois essa variável está fortemente ligada a outras características, como a genética das plantas, pelos fatores climáticos como precipitações regulares durante o período de maturação fisiológica e o correto manejo fitossanitário.

De acordo com Heiffing (2002) e Mauad et al. (2010) o peso médio de mil sementes é uma característica determinada geneticamente, sendo influenciada por fatores ambientais. A identificação do PMS é um dado importante para avaliar a qualidade de sementes, mas esse dado pode gerar grande variabilidade nas respostas obtidas mesmo dentro de uma mesma espécie (FORTES et al., 2008).

Os resultados de peso de mil sementes, em função da população de plantas, são contraditórios (MAUAD et al. 2010). Enquanto alguns autores não observaram efeito significativo (HEIFFING et al., 2006), outros como Peixoto et al. (2000) e Tourino et al. (2002), observaram aumento dessa variável em função da população de plantas. Resultados opostos também foram encontrados onde o peso de mil sementes diminuiu à medida que se aumentou a densidade populacional (MENDES, 2019).

O teste de retenção de peneira foi semelhante entre ambas zonas de manejo, com a maior retenção de sementes na peneira 14. A retenção em peneiras é um teste amplamente utilizado pelas empresas, pois tem como objetivo verificar a eficiência do processo de classificação das sementes, que consiste em determinar o percentual de sementes pequenas que permaneceram junto com as grandes. A alta percentagem de retenção das sementes em uma determinada peneira tem uma importância fundamental na distribuição das sementes e, conseqüentemente, no estande e produtividade da lavoura, conforme citação de Rodrigues e Schuch em 2011.

É possível observar na análise de variância que as variáveis germinação (G), sementes deformadas (DEF) e sementes mortas (MOR) apresentaram diferenças significativas para cada zona de manejo (Tabela 3). Enquanto as variáveis germinação (G) e sementes mortas (MOR) apresentaram diferenças significativas para população de plantas. Já para a interação entre as zonas de manejo e população não apresentou interação significativa ($p < 0,05$) para nenhuma das variáveis de germinação (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados das análises de variâncias da qualidade de sementes de dois locais potenciais (alto e baixo) para a produção de sementes de soja com diferentes populações de plantas. Uberlândia-MG, 2019/20.

FV	GL	G	DAN	DEF	INF	MOR
-----%-----						
Potencial	1	541,50**	8,17 ^{ns}	77,04**	25,01 ^{ns}	46,76**
População	2	122,79*	1,54 ^{ns}	13,82 ^{ns}	21,38 ^{ns}	39,45**
Pot. x Pop.	2	6,12 ^{ns}	24,67 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,57 ^{ns}	1,82 ^{ns}
Resíduo	15	13,13	7,02	7,00	6,75	3,50
Média		73,54	4,66	9,08	6,10	6,02
CV (%)		4,93	56,78	29,14	42,57	31,09
Teste de Médias – Potencial ⁽¹⁾						
Alto		78 a	5,0 a	7,0 a	5,0 a	5,0 a
Baixo		69 b	5,0 a	11,0 b	7,0 a	8,0 b
Teste de Médias – População de Plantas ha ⁻¹ ⁽¹⁾						
230000		71 b	4,0 a	10,0 a	6,0 a	9,0 a
280000		78 a	5,0 a	9,0 a	4,0 a	4,0 b
330000		73 b	5,0 a	8,0 a	7,0 a	7,0 ab

Porcentagem de Germinação (G); Plântulas Danificadas (DAN); Plântulas Deformadas (DEF); Sementes infestadas (INF); Sementes Mortas (MOR).

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} Não Significativo; FV = Fator de variação; GL = Graus de Liberdade.

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúscula distintas na coluna, diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Nos locais de alto potencial a germinação foi de 78%, apresentando um menor percentual de plântulas deformadas e sementes mortas, destacando as condições para uma boa formação das sementes. Em relação à população de plantas, a densidade de 280 mil plantas por h⁻¹ obteve a maior germinação (78%), e menor porcentagem de sementes mortas (4%), independente da região de cultivo. Campos utilizados para produção de sementes devem, independente da escolha da região, adotar o manejo populacional adequado. Por sua vez, as menores densidades populacionais registraram as menores porcentagens de germinação e a maior porcentagem de sementes mortas.

A análise de qualidade de sementes por meio de caracterização da germinação e vigor são importantes, principalmente quando verificados os limites para comercialização. A instrução normativa MAPA n°45 de setembro de 2013, determina o padrão mínimo de germinação de sementes de soja das categorias: Básica seja de 75%, C1 (certificada de primeira geração) e C2 (certificada de segunda geração) de 80%,

assim como S1 (fiscalizada de primeira geração) e S2 (fiscalizada de segunda geração) também seja de 80%.

Com base nas informações de qualidade obtidas nos laboratórios de análises de sementes é possível estimar o máximo desempenho da semente durante o processo de germinação. Sementes de alta qualidade resultam em plântulas de alto desempenho, que geram plantas fortes, vigorosas, bem desenvolvidas e que se estabelecem em diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e de desenvolvimento da lavoura (EMBRAPA, 2018).

4. CONCLUSÃO

A população de 330 mil plantas ha⁻¹ e a zona de manejo de alto potencial produtivo apresentaram as melhores condições para a produtividade e qualidade física e fisiológica de sementes de soja.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Sementes e Mudanças. **ABRASEM. RESULTADO - ANO 2019.** Disponível em: <http://www.abrasem.com.br/estatisticas/#>. Acesso em: 2 mar. 2021.

ADAMCHUK, V. I.; VISCARRA ROSSEL, R. A.; MARX, D. B.; SAMAL, A. K. **Usando amostragem direcionada para processar dados multivariados de detecção de solo.** Geoderma, [s.l.], v.163, p.63-73, 2011. Acesso em: 08 mar.2021.

BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* **Densidade de plantas na cultura da soja.** 364. ed. Londrina: Embrapa, [s.l.], 2015. 38 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133156/1/doc364.pdf>. Acesso em: 10 maio 2021.

BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectivas. *In*: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. **Soja: Tecnologia de produção II.** Piracicaba: FEALQ, 2000. p.1–17.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 18 set. 2013. Seção 1, p. 16.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009. 398p.

CALISKAN, S.; ARSLAN, M.; UREMIS, I.; CALISKAN, M. E. **The effects of row spacing on yield and yield components of full season and double-cropped soybean**. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Hatay, Turkey, 31, n.3, p.147-154, 2007.

CÂMARA, G.M.S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. *In*: CÂMARA, G.M.S. (ed.). **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ. p.81-119, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS**: 6º Levantamento: Safra 2020/21. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 02 mar.2021.

CRUSCIOL, C.A.C.; LAZARINI, E.; BUZO, C.L.; SÁ, M.E. **Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno**. Scientia Agricola, Piracicaba, v.59, n.1, p.75-96, 2002.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; 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, Cassilândia-MS, v.3, n. 1, p.1-6, jan./mar. 2016.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**, Londrina, v.136, 24p, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento e da Reforma Agrária. **Serviço de produção de sementes básicas. Padrões estaduais de sementes**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1993. 47p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja em números: safra 2019/20**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 02 mar.2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1996. 412p.

ESPÍNDOLA, C. J.; CUNHA, R. C. C. **A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo**. Geotextos, v. 11, n. 1, p. 217- 238, 2015.

FORTES, F. O.; LÚCIO, A. D.; LOPES, S. J.; CARPES, R. H.; SILVEIRA, R. D. **Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1615-1623, 2008.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. *In*: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1991, Piracicaba. **Anais [...]** Piracicaba: Fealq, 1992. p. 213-235.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura da soja (Glycine max (L) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 85f., 2002.

HEIFFIG, L. S.; *et al.* **Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais.** *Bragantia*, Campinas, v.65, n. 2, p. 285-295, abr./jun. 2006.

MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; ALMEIDA, L.D. **Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja.** *Revista Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.18, n.5, p.515- 518, 1983.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

MATIAS, S.S.R.; BAPTISTEL, A.C.; NÓBREGA, J.C.A.; ANDRADE, F.R.; SILVA, J.B.L. – **Variabilidade espacial dos atributos do solo em duas áreas de manejo convencional no Cerrado piauiense.** *Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, v. 58, n. 2, p. 217-227, 2015.

MATTIONI, N. **Variabilidade espacial da produtividade e da qualidade das sementes de soja em um campo de produção.** *Revista Brasileira de Sementes*, v. 33, nº 4 p. 608 - 615, 2011.

MAUAD, M. *et al.* **Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja.** *Revista Agrarian*, Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MENDES, T. F. **Produtividade de cultivares de soja em função da variação da densidade de plantas.** 2019. 32 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioenergia e Grãos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde – Go, 2019. Disponível em:
https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_13/2019-11-21-02-51-30Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Tiago%20Mendes.pdf. Acesso em: 25 mar. 2021.

MILANI, L.; SOUZA, E. G. DE; URIBE-OPAZO, M. A.; GABRIEL FILHO, A.; JOHANN, J. A.; PEREIRA, J. O. **Unidades de manejo a partir de dados de**

produtividade. Acta Scientiarum. Agronomy, v.28, n.4, p.591-598, 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303026571004.pdf>. Acesso em: 05 mar.2021.

MIQUELONI, D.P.; GIANELLO, E.M.; BUENO, C.R.P.; SILVA, P.C.M.; MESQUITA, F.O.; COSTA, T.K.G. **Variabilidade espacial de atributos e perda de solo na definição de zonas de manejo.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 45, n. 1, p. 18-28, 2015.

MONTANARI, R.; PANACHUKI, E.; LOVERA, L.H.; CORREA, A.R.; OLIVEIRA, I.S.; QUEIROZ, H.A.; TOMAZ, P.K. **Variabilidade espacial da produtividade de sorgo e de atributos do solo na região do Ecótono Cerrado-Pantanal, MS.** Revista Brasileira Ciências do Solo, v. 39, n. 2, p. 385-396, 2015.

MOORE, S.H. **Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters.** Crop Science, Madison, v.31, n.4, p.1049-1051, 1991.

MULLA, D.J. Mapping and managing spatial patterns in soil fertility and crop yield. *In:* ROBERT, P.C.; RUST, R.H.; LARSON, W.E. (ed.). **Soil specific crop management.** **Madison:** ASA, 1993. p.15-26.

PAIVA, B. M; ALVES, R. M.; HELENO, N. M. **Aspecto socioeconômico da soja.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p. 7-14, 2006

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio.** 1998. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1998.

PELUZIO, J.M.; BARROS, H.B.; SANTOS, M.M.; REIS, M.S.R. **Comportamento de duas cultivares de soja em diferentes populações de plantas, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins.** Revista Agricultura Tropical, Cuiabá, v.6, n.1, p.69-80, 2002.

PEREIRA, G. W.; VALENTE, D. S. M.; QUEIROZ, D. M.; COELHO, A. L. F.; HURTADO, S. M. C. **Smart-Map Plugin**. 2021.

POLETTI, A.D.; PARISI, J. J.D.; MARCHI, L. O.; GOMES, R. B. R. **Patologia de sementes de grandes culturas. Laboratório Central de Sementes e Mudas - CATI/SP, Campinas, 1999. 68p.**

REIS, L. R. **Utilização da condutividade elétrica para estabelecimento de zonas de manejo em um latossolo amarelo-escuro**. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005.

RODRIGUES, C; SCHUCH L.O.B. **SEMENTE CLASSIFICADA DE SOJA**. Seed News, Pelotas, v. 15, p. 8-11, 01 jan. 2011.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. **Variabilidade horizontal de atributos de fertilidade e amostragem do solo no sistema plantio direto**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 85-91, mar. 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832000000100011>. Acesso em: 26 maio 2021.

SILVA, F. C. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2009. 627 p.

TEY, Y. S.; BRINDAL, M. **Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications**. Precision Agriculture, [s.l.] v. 13, n. 6, p. 713-730, 20 jul. 2012. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-012-9273-6>. Acesso em: 26 mai. 2021.

TORRES, E.; GARCIA, A. **Uniformidade de distribuição de plantas em lavouras de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1991. 9 p.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, [s.l.], v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2002000800004>. Acesso em: 26 maio 2021.