

**AMBIENTE DE PRODUÇÃO NO DESEMPENHO DE CULTIVARES
DE SOJA EM REGIÃO DE BAIXA LATITUDE NO TOCANTINS**

*PRODUCTION ENVIRONMENT ON THE PERFORMANCE OF SOYBEAN
CULTIVARS IN A LOW LATITUDE REGION IN TOCANTINS*

*AMBIENTE DE PRODUCCIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE
CULTIVARES DE SOJA EN UNA REGIÓN DE BAJA LATITUD EN
TOCANTINS*

Beatriz Gomes Ribeiro

E-mail: beatriz.ribeiro6@estudante.ifto.edu.br | Orcid.org/0000-0002-2846-1322

Grazielle Pereira Mascarenhas

E-mail: grazielepereiramascarenhas@gmail.com |
Orcid.org/0000-0002-1058-0796

João Gabriel Rodrigues Gasparetto

E-mail: joaogabri0773@gmail.com | Orcid.org/0000-0003-2257-5799

Patrícia Ferreira Putencio

E-mail: pfpucencio@gmail.com | Orcid.org/0000-0001-5329-5816

Gustavo André Colombo

E-mail: gustavo.colombo@ifto.edu.br | Orcid.org/0000-0003-2297-8256

Edmar Vinicius Carvalho

E-mail: edmar.carvalho@ifto.edu.br | Orcid.org/0000-0002-4563-2015

Como citar este artigo:

RIBEIRO, Beatriz Gomes; MASCARENHAS, Grazielle Pereira; GASPARETTO, João Gabriel Rodrigues; PUTENCIO, Patrícia Ferreira; COLOMBO, Gustavo André; CARVALHO, Edmar Vinicius. Ambiente de produção no desempenho de cultivares de soja em região de baixa latitude no Tocantins. **Desafios. Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**. Palmas, v. 12, n. 6, p. 160-176, 2025. DOI: https://doi.org/10.20873/2025_out_176105

ABSTRACT:

The sowing time is considered a factor with the greatest cultural influence on soybeans. The aim of this work was to evaluate the influence of the production environment, resulting from the combination of soil type and sowing date, on the agronomic performance and seed quality of four soybean cultivars in a low latitude region of Tocantins. The field trials were installed on November 03 (sandy loam and clayey soils), November 20 (sandy loam and clayey soils) and December 11 (sandy loam soil) of 2021, and in each one there were used four soybean cultivars (GMR = 7.6; 8.1; 8.4 and 8.6) in a randomized block design with four replications. The cultivation was carried out following the pattern adopted in the region. The agronomic characteristics evaluated were Insertion of the First Pod; Plant Height; Number of Pods per Plant; Grain Yield and seed quality (the germination test was performed in the laboratory). There was effect of sowing time on the characteristics evaluated. The grain yield and the production of seeds with superior quality can be enhanced with the choice of cultivars depending on the sowing date.

KEYWORDS: *Low latitude; Productivity; Plant height.*

RESUMO:

A época de semeadura é considerada fator de maior influência cultural na soja. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do ambiente de produção, resultante da combinação entre tipo de solo e época de semeadura, no desempenho agronómico e na qualidade de sementes de quatro cultivares de soja em região de baixa latitude no Tocantins. Os ensaios de campo foram instalados em 03/nov (solos franco-arenoso e argiloso), 20/nov (solos franco-arenoso e argiloso) e 11/dez (solo franco-arenoso) de 2021 e em cada um foram utilizados quatro cultivares de soja (GMR = 7,6; 8,1; 8,4 e; 8,6) em delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. O cultivo foi realizado seguindo o padrão adotado na região. Foram avaliadas a altura de inserção da primeira vagem, altura das plantas, número de vagens por planta, produtividade de grãos e da qualidade da semente, este último mediante teste de germinação em laboratório. Houve efeito da época de semeadura nas características avaliadas. Observou-se que a produção de grãos ou de sementes com qualidade superior pode ser potencializada com a escolha de cultivares em função da época de semeadura.

PALAVRAS CHAVE: *Baixa latitude; Produtividade; Altura da planta.*

RESUMEN:

La época de siembra se considera un factor de mayor influencia cultural en la soja. El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia del ambiente de producción, resultante de la combinación del tipo de suelo y la fecha de siembra, sobre el comportamiento agronómico y la calidad de la semilla de cuatro cultivares de soja en una región de baja latitud de Tocantins. Los ensayos de campo se instalaron el 03 de noviembre (suelos franco-arenosos y arcillosos), 20 de noviembre (suelos franco-arenosos, arcillosos y cascajos) y 11 de diciembre (suelos franco-arenosos) de 2021, y en cada uno cuatro cultivares de soya (RMG = 7.6; 8.1; 8.4 y; 8.6) en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El cultivo se realizó siguiendo el patrón adoptado en la región. Se evaluaron las características agronómicas. Inserción

de la Primera Vaina (AIV); Altura de la Planta (AP); Número de Vainas por Planta (NVP), Rendimiento de Grano (PG) y calidad de semilla, la prueba de germinación se realizó en laboratorio. Hubo efecto del tiempo de siembra en las características evaluadas. La producción de semillas con calidad superior se puede potenciar con la elección de cultivares dependiendo de la fecha de siembra.

PALABRAS CLAVE: Aatitud baja; Productividad; Altura de planta.

INTRODUÇÃO

A soja é considerada uma cultura de grande valor econômico, originada de clima temperado e que apresenta boa adaptação às regiões brasileiras, em função dos teores elevados de proteína e de sua produtividade de grãos (BONATO et al., 2000; SEDIYAMA et al., 2013). No contexto mundial, o Brasil possui significativa participação na oferta e na demanda de produtos do complexo agroindustrial da soja. Isso tem sido possível pelo estabelecimento e progresso contínuo de uma cadeia produtiva bem estruturada e que desempenha papel fundamental para o desenvolvimento econômico-social de várias regiões do País. De acordo com Oliveira (2022), no Estado do Tocantins, a soja é o principal produto agrícola, de modo que o Estado ocupa, atualmente, a nona posição no ranking entre os produtores nacionais.

Esta posição de destaque tem relação pela presença de áreas favoráveis ao cultivo da soja no Tocantins, e que podem ser cultivadas tanto no período de safra (novembro-dezembro), em terras altas, quanto no período de entressafra (maio/junho), em várzeas tropicais (PELUZIO et al., 2008). Entretanto, as condições de cultivo são distintas exigindo a realização de estudos regionalizados (FARIA et al., 2018) e que promovem a ocorrência da interação entre o genótipo e o ambiente (PEREIRA et al., 1979).

Em relação aos estudos sobre o efeito da época de semeadura, fator cultural de maior impacto na produtividade, na cultura da soja podem ser encontrados no Tocantins, tanto em condições de safra verão ou entressafra em cultivos nas várzeas tropicais. Em condições de terras altas, Carmo et al. (2018) avaliaram o desempenho agronômico da soja em diferentes épocas e a distribuição espacial entre plantas e concluíram que o retardamento da época de semeadura proporcionou menores rendimentos de grãos. Faria et al. (2018) relatam que semeaduras tardias podem estar associadas a redução de produtividade quando da ocorrência de veranicos. De maneira similar, no Tocantins e em condições de cerrado, Almeida et al. (2018) concluíram que semeaduras fora de época ideal de cultivo afetaram de forma negativa a produtividade de grãos e o teor de óleo.

No entanto, poucos foram os trabalhos que avaliaram a qualidade das sementes em condições de terras altas. Neste ponto, Carvalho et al. (2021), em estudo realizado nas várzeas tropicais, comprovaram a produção de sementes de qualidade com valores médios de germinação e vigor acima de 95% e 85%, respectivamente, na avaliação de quatro cultivares de soja em três épocas de semeadura. Ademais, também

observaram nestas condições o efeito significativo da época de semeadura na produtividade e qualidade das sementes.

Dessa forma, é possível verificar o efeito do ambiente na produção de grãos e sementes de soja. Os programas de melhoramento genético da cultura da soja acabam buscando cultivares produtivas e que tenham sementes de qualidade fisiológica superior (SANTOS et al., 2012). No trabalho de Pereira et al. (2017), é possível verificar a existência de correlação entre caracteres agronômicos e de qualidade de semente, como por exemplo a relação positiva da produtividade e do teor de óleo e a relação negativa do ciclo com a germinação e o vigor.

Após o exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do ambiente de produção, resultante da combinação entre tipo de solo e época de semeadura, no desempenho agronômico e na qualidade de sementes de quatro cultivares de soja em região de baixa latitude no Tocantins.

METODOLOGIA

Os experimentos foram instalados nos meses de novembro e dezembro de 2021, em área agrícola na Fazenda Espumoso, localizada no município de Pium-TO ($10^{\circ}23'06"S$, $49^{\circ}37'51"O$), e em três tipos de solo na propriedade (Tabela 1). Os dados climáticos para Pium-TO, na safra 2021/2022, foram obtidos por meio consulta à base de dados do Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO, 2022) e estão representados na Figura 1.

Figura 1. Temperaturas mínimas, médias e máximas e precipitação mensais de setembro de 2021 a abril de 2022, em Pium-TO.

Fonte: Estação TRMM.5187 (Agritempo).

Cada experimento foi representado pela combinação da data de semeadura e o tipo de solo. Na primeira data de semeadura, 03 de novembro de 2021, os experimentos foram instalados nos solos 1 e 2; na segunda, 20 de novembro de 2021, nos solos 1, 2 e 3. Na última semeadura, realizada em 11 de dezembro de 2021, foi instalado experimento no solo 1 (Tabela 2).

Tabela 1. Análise físico-química do solo, na camada de 0-20 cm, nos locais dos experimentos, Pium-TO, safra 2021/2022.

Atributo	Solo 1 (Franco-Arenoso)	Solo 2 (Argiloso)	Solo 3 (Franco-Arenoso)
----------	----------------------------	----------------------	----------------------------

pH (CaCl ₂)	4,80	5,00	5,10
P (mg dm ⁻³)	17,10	8,60	21,4
K (cmol dm ⁻³)	0,19	0,43	0,13
Ca (cmol dm ⁻³)	2,80	4,10	2,20
Mg (cmol dm ⁻³)	2,20	2,90	1,00
Al (cmol dm ⁻³)	0,05	0,05	0,14
M.O. (g kg ⁻¹)	27,1	43,6	29,2
V (%)	57,6	65,3	39,6
CTC (cmol dm ⁻³)	5,24	7,48	8,60
Argila (%)	19,0	51,5	15,0
Silte (%)	7,5	10,0	10,0
Areia (%)	74,5	39,5	75,0

Tabela 2. Descrição resumida dos experimentos de campo diferenciados pela data de semeadura e tipo de solo.

Experimento	Data de Semeadura	Solo
1	03/11/2021	1
2	03/11/2021	2
3	20/11/2021	1
4	20/11/2021	2
5	20/11/2021	3
6	11/12/2021	1

Em cada experimento, os tratamentos foram representados por quatro cultivares de soja: CZ 37B60 (GMR = 7,6; hábito de crescimento indeterminado), EXTREMA (GMR = 8,1; hábito de crescimento indeterminado), DOMÍNIO (GMR = 8,4; hábito de crescimento indeterminado) e M8644 (GMR = 8,6; hábito de crescimento determinado), sendo todas elas transgênicas.

O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos (cultivares de soja) e quatro repetições, sendo a parcela constituída de quatro fileiras de cinco metros, com um espaçamento de 0,45 metros. Na colheita, foram desprezados 0,50 metros da extremidade de cada fileira central, com a área útil da parcela sendo de 3,6 m².

No local dos ensaios, foi realizado o sulcamento no sistema de plantio direto e adubação com 200 kg ha⁻¹ de MAP e 200 kg ha⁻¹ de KCl. No momento da semeadura, foi realizado o tratamento das sementes com fungicida, seguido da inoculação das sementes com estípites de *Bradyrhizobium japonicum* e *Trichoderma harzianum*.

A densidade de semeadura foi realizada com o intuito de se obter 9,0 a 14,4 plantas por metro linear, em função da recomendação de cada cultivar que foi avaliada. Nas parcelas em que o número de plantas foi superior ao desejado, foi

realizado desbaste dez dias após a emergência. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foram realizadas à medida que se fizerem necessários.

As plantas, de cada parcela experimental, foram dessecadas e colhidas uma semana após apresentarem 95% das vagens secas, ou seja, no estádio R8 da escala de Fehr et al. (1971). Após a colheita, as plantas foram trilhadas, as sementes foram secas (12% de umidade), limpas e armazenadas sob condições controladas de temperatura (12 °C) e umidade (50%-60%).

Com base na área útil da parcela, foram obtidas as seguintes características agronômicas: Altura de Inserção da Primeira Vagem (AIV): distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a primeira vagem, obtida na época de maturação, em 10 plantas da área útil; Altura das Plantas (AP): distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, na época da maturação, em 10 plantas da área útil; Número de Vagens por Planta (NVP): contagem do número de vagens por planta, em 10 plantas da área útil; Produtividade de Grãos (PG): peso obtido, em gramas por parcela, e transformado, posteriormente, em kg ha⁻¹, após a secagem dos grãos até, aproximadamente, 13% de umidade e; Peso de 1.000 sementes (PMS): obtido pela média de quatro subamostras de 1.000 sementes, em gramas.

Com relação às sementes, foi realizado o teste de germinação em laboratório com avaliação das amostras de cada parcela experimental, após cinco meses de armazenamento. O teste foi realizado com o uso de quatro subamostras de 50 sementes que foram semeadas em papel "germitest" que foi umedecido com água destilada em quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos dos papéis foram mantidos em germinador regulado a 25 °C. Com base no descrito na Regra de Análise de Sementes (Brasil, 2009), foram realizadas a primeira contagem (cinco dias - G5) e a contagem final (oito dias - G8) de plântulas normais, com os valores expressos em %.

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade dos resíduos para verificação da necessidade de transformação ou não. Após serem feitas as verificações acima e as transformações necessárias para cada ensaio e variável, foi realizada uma análise de variância em blocos ao acaso com quatro tratamentos (cultivares) e quatro repetições. Em sequência, com base no critério da relação entre o maior e o menor quadrado médio residual das análises individuais ser menor que sete, foi realizada análise de variância conjunta sob o delineamento de blocos ao acaso (seis

experimentos, quatro cultivares de soja e quatro repetições). Após, as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar as características agronômicas e a germinação das sementes, foi observada interação significativa pelo teste F ($p<0,05$) entre o ambiente de cultivo e as cultivares avaliadas em todas elas (Tabelas 3, 4 e 5). A seleção e a recomendação de genótipos mais produtivos são objetivos básicos dos programas de melhoramento genético de qualquer espécie cultivada. Este processo é, frequentemente, realizado pelo desempenho dos genótipos em diferentes ambientes, resultantes da combinação de ano, local e época de semeadura. Contudo, a decisão de lançamento de novas cultivares é dificultada pela ocorrência da interação genótipo x ambiente (CARVALHO et al., 2002) e ao exemplificar e considerando a produtividade de grãos, o fenótipo será a expressão da constituição genética do genótipo, do efeito de ambiente e da interação dos genótipos com ambientes.

Com relação à altura das plantas, pode-se observar que as cultivares apresentaram diferenças significativas no solo 2 e no solo 3, com a cultivar Domínio no grupo superior nos três ambientes de cultivo destes solos. Tal resultado pode estar relacionado com o fato de ser uma cultivar adaptada para a região do MATOPIBA e que foi cultivada nos períodos ideais para sua semeadura. Além disso, entre as cultivares de hábito de crescimento indeterminado, a cultivar Domínio é a que tem maior GMR (8,4). Em relação a cultivar M8644, por mais que ela possua GMR superior (8,6), o hábito de crescimento determinado faz com que o desenvolvimento vegetativo seja interrompido em detrimento da fase reprodutiva, diferente das cultivares de hábito indeterminado.

Outro fator que tem influência direta na altura das plantas é a época de implantação da cultura - que consiste em um dos fatores que têm maior efeito sobre a produtividade de grãos, visto que terá influência direta na arquitetura das plantas, podendo modificá-la de acordo com a época em que se realiza a semeadura (CARMO et al., 2018).

Em relação ao efeito do ambiente de cultivo, as maiores alturas de plantas de cada cultivar foram observadas no solo 3 e no experimento semeado em 03/11 no solo 2, com exceção da cultivar M8644. Ademais, com exceção da cultivar Extrema, as outras cultivares apresentaram as menores alturas de plantas quando semeadas em 11/12 no solo 1. Neste experimento, foram registradas aumento da pluviosidade logo

após a semeadura (Figura 1) e a diminuição de horas de luminosidade, decorrente do período nebuloso, podem ter promovido efeitos diretos no desenvolvimento das plantas com a redução da atividade fotossintética nestas condições.

A associação entre alturas de plantas e produtividade de grãos na cultura da soja foi verificada por Pereira et al. (2017) e Umburanas et al. (2019) por meio de análise multivariada, em que estes últimos relacionaram o fato de que plantas mais altas podem ser favoráveis para maior interceptação da luz.

Tabela 3. Altura de plantas e de inserção de primeira vagem de quatro cultivares de soja avaliadas em seis ambientes de cultivo diferentes, resultantes da combinação entre tipo de solo e data de semeadura, em região de baixa latitude no Tocantins, safra 2021-2022.

Cultivares	Altura de Plantas (cm)						Solo 3 Franco-Arenoso	
	Solo 1 Franco-Arenoso			Solo 2 Argiloso				
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov		
CZ	57,4	A	53,7	A	40,3	A	68,0	B
37B60	0	b	0	b	3	c	8	a
	62,1	A	56,1	A	47,3	A	79,4	A
Extrema	3	b	8	b	0	c	5	a
	59,1	A	59,2	A	44,8	A	73,2	B
Domíni o	3	c	3	c	0	d	5	a
	8	d	0	d	3	e	5	b
M8644	8	d	0	d	3	e	8	c
Cultivares * Ambiente								
Coeficiente de Variação (%)								

p <
0,01

7,04

Cultivares	Altura de inserção da primeira vagem (cm)						Solo 3 Franco-Arenoso			
	Solo 1 Franco-Arenoso			Solo 2 Argiloso						
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov				
CZ	12,9	B	13,4	A	12,8	A	B	13,6	A	
37B60	3	a	0	a	3	a	10,40	a	3	a
	15,2	A	12,6	A	14,3	A	A	12,1	B	
Extrema	0	a	5	b	8	a	15,35	a	5	b
	16,6	A	12,8	A	14,7	A	A	15,2	A	
Domíni o	5	a	0	b	0	a	16,13	a	3	a
	15,9	A	12,2	A	12,5	A	A	11,9	B	
M8644	3	a	8	b	0	b	13,88	b	8	b
Cultivares * Ambiente										
Coeficiente de Variação (%)										

p <
0,01

11,33

Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott (P<0,05).

Com relação à altura de inserção de primeira vagem, a cultivar CZ37B60 foi inferior às demais na primeira época (solos 1 e 2) e na segunda época de semeadura (solo 3), e que pode ter relação com o ciclo do material. De igual maneira, as cultivares Extrema e M8644 apresentaram AIV inferiores quando semeadas em 20/11 no solo 2. No solo 3 e na mesma data de semeadura, a cultivar M8644 também apresentou AIV inferior às demais cultivares. Tais resultados decorrem da interferência de elementos climáticos como a chuva, temperatura e umidade. A altura da inserção da primeira vagem tem relação com o aproveitamento de luz na camada inferior do dossel, ou seja, quanto maior a radiação direta na porção inferior do dossel, mais baixo será o nó da primeira vagem e, por consequência, a altura de inserção da primeira vagem de acordo com Zabot (2009).

Além disso, as épocas de semeadura também tiveram influência sobre a altura das vagens. Em trabalho realizado no noroeste do Paraná, resultados semelhantes foram observados, uma vez que o atraso na semeadura modificou a altura de inserção da primeira vagem (BARBOSA et al., 2013). Neste ponto, somente a cultivar CZ37B60 não apresentou influência significativa. Nas demais, o ambiente alterou de maneira significativa a AIV, com cultivar M8644 apresentando AIV superior somente quando semeada em 03/11 no solo 1.

Com relação ao número de vagens por planta, nota-se que a cultivar M8644 apresentou número de vagens por planta superior às demais cultivares em todos os ambientes de cultivo, com exceção do experimento semeado em 11/12 no solo 1 em que o NVP foi semelhante ao das cultivares Extrema e Domínio. Em relação, ao efeito do ambiente, as cultivares CZ37B60 e M8644, apresentaram os maiores NVP nos experimentos semeados em 03/11 (solo 2) e 20/11 (solo 3). Resultado similar foi observado nas cultivares Extrema e Domínio que também tiveram maiores NVP no experimento semeado em 03/11 (solo 1).

Tabela 4 – Número de vagens por planta, peso de mil sementes e produtividade de grãos de quatro cultivares de soja avaliadas em seis ambientes de cultivo diferentes, resultantes da combinação entre tipo de solo e data de semeadura, em região de baixa latitude no Tocantins, safra 2021-2022.

Cultivar	Número de vagens por planta											
	Solo 1			Solo 2		Solo 3						
	Franco-Arenoso			Argiloso		Franco-Arenoso						
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov						
CZ	28,5	B	21,6	C	14,4	B	48,7	B	30,0	B	42,8	Ba
37B60	8	b	5	c	0	c	0	a	0	b	8	

Extrem a	35,9 8	B a	24,5 3	C b	24,0 0	A b	41,5 3	B a	29,6 5	B b	41,5 0	Ba
Domíni o	36,3 0	B a	32,5 0	B b	26,7 3	A b	44,5 8	B a	30,0 5	B b	41,4 0	Ba
M8644	56,8 8	A b	45,1 0	A c	33,5 8	A d	63,3 8	A a	52,7 5	A b	65,9 0	Aa

Cultivares * Ambiente	p < 0,01
Coeficiente de Variação (%)	15,15

Cultiva res	Peso de mil sementes (g)						Solo 3 Franco-Arenoso					
	Solo 1 Franco-Arenoso			Solo 2 Argiloso								
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov						
CZ 37B60	175, 00	A a	195, 00	A a	185, 00	A a	210, 00	A a	180, 00	Aa		
Extrem a	180, 00	A b	205, 00	A a	200, 00	A b	205, 00	A a	190, 00	A a	165, 00	Aa
Domíni o	190, 00	A a	190, 00	A a	165, 00	B b	215, 00	A a	190, 00	A a	170, 00	Ab
M8644	210, 00	A a	185, 00	A a	150, 00	B b	210, 00	A a	155, 00	B b	150, 00	Ab
Cultivares * Ambiente							p < 0,01					
Coeficiente de Variação (%)							10,45					

Cultiva res	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)						Solo 3 Franco-Arenoso				
	Solo 1 Franco-Arenoso			Solo 2 Argiloso							
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov					
CZ 37B60	2352 a	A a	1931 a	A a	1208 b	A b	2042 C a	2649 A a	2613 Aa		
Extrem a	2569 b	A b	1732 c	A c	1151 c	A c	3415 B a	2118 A c	2841 Ab		
Domíni o	2875 a	A a	1982 b	A b	1087 c	A c	3180 B a	2786 A a	2549 Aa		
M8644	2930 b	A b	2339 b	A b	957 c	A c	3931 A a	2322 A b	2740 Ab		
Cultivares * Ambiente							p < 0,01				
Coeficiente de Variação (%)							18,49				

Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($P<0,05$).

Pereira et al. (2017) e Kumagai e Takahashi (2020) observaram a relação positiva entre a produtividade de grãos e o número de vagens na cultura da soja, sendo este um dos componentes de produção importante que está relacionado com a diminuição da produtividade de grãos em condições de semeadura tardias.

Uma possível explicação para os resultados obtidos, é que em maiores densidades populacionais a emissão de ramos produtivos se equilibra com o crescimento em altura, exigindo das plantas uma otimização na alocação de seus assimilados e nutrientes, constituindo-se como uma estratégia dessa cultura para a manutenção da produtividade em uma ampla faixa de densidades (DERETTI et al., 2022). Neste ponto, o fato da cultivar M8644 ter atingido um maior número de vagens aponta para uma plasticidade fenotípica superior às demais frente às mudanças do ambiente de cultivo. No peso de mil sementes (PMS), as cultivares Domínio (165 g) e M8644 (150 g) apresentaram PMS inferior das demais quando semeadas em 11/12 (solo 1) com a cultivar M8644 (155 g) também apresentando resultado inferior às demais quando semeada em 20/11 (solo 2). Sobre o efeito do ambiente, a cultivar CZ37B60 foi a única que não apresentou efeito significativo do ambiente de cultivo e que pode ter relação com sua ampla adaptação geográfica (BASF, 2022). Todas as demais sofreram influência com resultados distintos, sendo que na semeadura feita em 11/12 (solo 1), as cultivares apresentaram valores inferiores.

Em relação à produtividade, as cultivares apresentaram diferenças significativas somente quando semeadas em 03/11 (solo 2) com destaque a cultivar M8644 que foi superior às demais (3.931,35 kg ha⁻¹). Neste sentido, por mais que as cultivares tenham apresentado diferenças nas outras características, o mecanismo compensatório existente na cultura da soja, conforme relato de Deretti et al. (2022), pode explicar estes resultados. Em relação, a cultivar M8644 ela possui o maior ciclo dentre as avaliadas no presente estudo sendo possível encontrar resultados positivos desta cultivar no Tocantins em estudos realizados por Faria et al. (2018).

Ao considerar a formação de grupos estatísticos na comparação dos ambientes de cultivo em cada cultivar, a cultivar CZ37B60 apresentou menor influência do ambiente de cultivo com a sua menor produtividade obtida na semeadura de 11/12 no solo 3 (1.207,92 kg ha⁻¹). Neste ambiente, também foram observadas as menores produtividades de cada cultivar que apresentaram redução da produtividade no solo Franco-Arenoso com mudança da semeadura de novembro para dezembro. Ainda, ao considerar somente o solo 2 (argiloso), as cultivares Extrema e M8644 apresentaram redução significativa da produtividade com o atraso na data de semeadura de 03/11 para 20/11.

Considerando a influência de condições ambientais como déficit hídrico ou excesso de chuvas durante a semeadura da soja e seus efeitos sobre a produtividade de grãos, de acordo com Battisti e Sentelhas (2015), esses riscos podem ser reduzidos

através do manejo da cultura, a qual inclui a escolha da melhor época de semeadura. No ensaio implantado em dezembro, foi constatado aumento das chuvas na região (Figura 1) e o excesso hídrico apresenta grande influência, pois reduz a germinação de sementes e afeta a população de plantas em seu estabelecimento inicial. Ainda, o excesso de água no solo reduz o crescimento das raízes e a taxa de respiração, causando prejuízos na nodulação, o que compromete a fixação biológica de nitrogênio (GOULART et al., 2020).

Ao considerar a mesma data de semeadura (20/11) e comparar os tipos de solo, as cultivares que sofreram alteração significativa na produtividade de grãos foram a Extrema e Domínio que apresentaram maiores produtividades no solo 2 (Extrema) e 2 e 3 (Domínio). Essas diferenças produtivas em categorias distintas de solos demonstram os padrões adaptativos intrínsecos de cada cultivar e são um dos ganhos do processo de melhoramento dessa cultura, permitindo a sua produção em uma ampla gama de ambientes (BANDILLO et al., 2017).

Na germinação das sementes, primeira contagem e contagem final, percebe-se que as cultivares apresentaram diferenças significativas entre si em três experimentos (solo 1 - 03/11; solo 2 - 03/11; solo 3 - 20/11). A cultivar M8644 foi superior às demais nestes três experimentos (Tabela 5). Com relação aos valores, destaca-se os obtidos no solo 3 (20/11), em que as cultivares CZ37B60 e M8644 apresentaram resultados da 1^a contagem e de germinação acima de 97% e que pode estar associado ao ciclo dos materiais (menor e maior GMR entre as avaliadas) que proporcionou condições favoráveis na colheita visando a qualidade de sementes. Para obtenção de sementes de soja com qualidade superior, deve-se atentar para a colheita de materiais com nível de umidade adequado e posterior secagem das sementes (VERGARA et al., 2019). Ainda, a ocorrência de variações de temperatura e umidade estão relacionadas a maior deterioração das sementes e redução da sua qualidade (BRZEZINSKI et al., 2022). Sobre o efeito do ambiente, todas sofreram influência da condição de cultivo, sendo as semeaduras feitas em 20/11 ou em 03/11 (solo argiloso), as mais propícias para obtenção de sementes com alta germinação. O valor mínimo de germinação, para comercialização de sementes de soja, é de 80% (BRASIL, 2009). Ainda, segundo Santos et al. (2012), lotes com alta germinação possuem valores acima de 92%.

Tabela 5 - Resultados do teste de germinação (1^a contagem e contagem final) de quatro cultivares de soja avaliadas em seis ambientes de cultivo diferentes, resultantes da combinação entre tipo de solo e data de semeadura, em região de baixa latitude no Tocantins, safra 2021-2022.

1^a Contagem (%)

Cultivares	Solo 1						Solo 2			Solo 3	
	Franco-Arenoso			Argiloso			Franco-Areno			so	
	03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov	03/nov	20/nov	20/nov	03/nov	
CZ 37B60 Extrema Domíni o M8644	15,0	C	80,0	A	53,0	A	57,5	B	88,5	A	97,5
		d		b		c		c		b	
	37,5	B	67,0	A	34,0	A	79,5	A	84,0	A	70,0
		b		a		b		a		a	
	48,5	B	83,5	A	57,0	A	69,0	B	96,0	A	83,5
		c		b		c		c		a	
	78,0	A	91,0	A	57,0	A	88,5	A	89,5	A	97,0
		b		a		b		a		a	

p < 0,01
 Cultivares * Ambiente
 Coeficiente de Variação (%) 16,31

Cultivares	Contagem Final (%)						Solo 3				
	Solo 1			Solo 2			Franco-Areno				
	Franco-Arenoso			Argiloso			so				
03/nov	20/nov	11/dez	03/nov	20/nov	20/nov	03/nov	20/nov	20/nov	03/nov		
CZ 37B60 Extrema Domíni o M8644	15,0	C	83,0	A	55,5	A	60,0	B	91,5	A	98,5
		c		a		b		b		a	
	55,5	B	69,0	A	35,0	A	82,0	A	88,5	A	79,0
		b		a		b		a		a	
	53,5	B	84,0	A	58,5	A	73,0	B	96,5	A	86,5
		b		a		b		b		a	
	81,0	A	93,0	A	61,5	A	91,5	A	90,0	A	97,5
		b		a		b		a		a	

p < 0,01
 Cultivares * Ambiente
 Coeficiente de Variação (%) 15,84

Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($P<0,05$).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente de cultivo apresentou efeito sobre as características agronômicas, produtividade e qualidade de sementes de soja, sendo importante a escolha da cultivar e do ambiente de produção em função do objetivo da lavoura. Em condições de solo franco-arenoso, houve efeito negativo do atraso na data de semeadura sobre a produtividade de grãos em todas as cultivares. Em condições de solo argiloso, as cultivares M8644 e Extrema apresentaram redução da produtividade em função do atraso na data de semeadura. Em condições de solo argiloso e semeadura no início de novembro, a cultivar M8644 apresentou desempenho produtivo superior. Em relação a qualidade de sementes, a cultivar M8644 seria a mais indicada em semeaduras na segunda quinzena de novembro (independente do solo) ou no início do novembro

(solo argiloso). Enquanto a cultivar CZ 37B60 poderia ser utilizada em semeaduras em 20/11 (solos 2 e 3) e a cultivar Domínio em 20/11 (solo 2).

AGRADECIMENTO

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins pelo apoio financeiro para execução da pesquisa concessão de bolsa produtividade do primeiro autor e de bolsa de iniciação científica do terceiro autor. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação científica do quinto autor. E a Fazenda Espumoso por nos conceder a oportunidade de instalar o projeto em sua propriedade e por todo o suporte durante o projeto.

REFERÊNCIAS

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. 2022. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=TO>. Acesso em: 21/11/2022
- ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 108-115, 2011.
- BANDILLO, N. B.; ANDERSON, J. E.; KANTAR, M. B.; STUPAR, R. M.; SPECHT, J. E.; GRAEF, G. L.; LORENZ, A. J. Dissecting the genetic basis of local adaptation in soybean. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2017.
- BARBOSA, M. C.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ALBRECHT, L. P.; PICCININ, G. G.; ZUCARELI, C. Desempenho agronômico e componentes da produção de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no Arenito Caiuá. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 945-960, 2013.
- BASF. **Sementes de Soja – Credenz CZ 37B60 IPRO – BASF Agro**. 2022. Disponível em: <https://agriculture.bASF.com/br/pt/protectao-de-cultivos-e-sementes/produtos/credenz/Credenz/CZ-37B60-IPRO.html>. Acesso em: 21/11/2022.
- BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C. Drought tolerance of Brazilian soybean cultivars simulated by a simple agrometeorological yield model. **Experimental Agriculture**, v. 51, n. 2, p. 285-298, 2015.
- BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F.; LANGE, C. E.; RUBIN, S. D. A. L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 2391-2398, 2000.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; ZUCARELI, C.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. Quality and chemical composition of soybean seeds with different lignin contents in the pod and seed coat subjected to weathering deterioration in pre-harvest. **Journal of Seed Science**, v. 44, p. 1-14, 2022.

CARMO, E. L.; BRAZ, G. B. P.; SIMON, G. A.; SILVA, A. G.; ROCHA, A. G. C. Desempenho agronômico da soja cultivada em diferentes épocas e distribuição de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 1, p. 61-69, 2018.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CARVALHO, E. V.; PELUZIO, J. M.; FREIBERGER, C. N.; PROVENCI, L. Z.; MOTA, W. C. S. A época de semeadura na produção de sementes de soja em condições de várzea tropical. **Revista Sítio Novo**, v. 5, n. 1, p. 100-117, 2020.

DERETTI, A. F. H.; SANGOI, L.; MARTINS JUNIOR, M. C.; GULARTE, P. S.; CASTAGNETI, V.; LEOLATO, L. S.; NUNES, M. S. Resposta de cultivares de soja à redução na densidade de plantas no planalto norte catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 2, p. 123-136, 2022.

FARIA, L. A.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, W. F.; SOUZA, C. M.; COLOMBO, G. A.; AFFÉRRRI, F. S. Agronomic characteristics of soybean cultivated in the central region of Tocantins at different sowing times. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 5, n. 3, p. 85-96, 2018.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T. & PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine Max* (L.). **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971.

GOULART, R. Z.; REICHERT, J. M.; RODRIGUES, M. F. Cropping poorly-drained lowland soils: Alternatives to rice monoculture, their challenges and management strategies. **Agricultural Systems**, v. 177, p. 1-8, 2020.

KUMAGAI, E.; TAKAHASHI, T. (2020). Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) yield reduction due to late sowing as a function of radiation interception and use in a cool region of Northern Japan. **Agronomy**, v. 10, n. 66, p. 1-14, 2020.

OLIVEIRA, R. **Tocantins registra R\$ 18,8 bilhões do Valor da Produção Agropecuária de 2021 e se consolida como terceiro estado com maior índice da região Norte. 2022.** Governo do Tocantins: Secretaria da Comunicação. Disponível em:

<https://www.to.gov.br/secom/noticias/tocantins-registra-r-188-bilhoes-do-valor-da-producao-agropecuaria-de-2021-e-se-consolida-como-terceiro-estado-com-maior-indice-da-regiao-norte/3rwr6ok9wmk5>. Acesso em: 21/11/2022.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; ALMEIDA JÚNIOR, D.; SANTOS, G. D.; DIDONET, J. Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do Estado do Tocantins, entressafra 2004. **Bioscience Journal**, v. 24, p. 75-80, 2008.

PEREIRA, E. M.; SILVA, F. M.; VAL, B. H. P.; PIZOLATO NETO, A.; MAURO, A. O.; MARTINS, C. C.; UNÉDA-TREVISOLI, S. H. Canonical correlations between agronomic traits and seed physiological quality in segregating soybean populations. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 2, p. 1-11, 2017.

PEREIRA, L. A. G.; COSTA, N. D.; QUEIROZ, E. F.; NEUMAIER, N.; TORRES, E. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 1, n. 3, p. 77-90, 1979.

SANTOS, W. R.; CELLA, A. J. D. S.; SANTOS, E. R.; CAPONE, A.; BARROS, H. B.; MELO, A. V. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, n. 2, p. 247–254, 2012.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa, Editora UFV, p. 553-603; 2013.

UMBURANAS, R. C.; YOKOYAMA, A. H.; BALENA, L.; DOURADO-NETO, D.; TEIXEIRA, W. F.; ZITO, R. K.; KAWAKAMI, J. Soybean Yield in Different Sowing Dates and Seeding Rates in a Subtropical Environment. **International Journal of Plant Production**, v. 13, p. 117-128, 2019.

VERGARA, R.; SILVA, R. N. O.; NADAL, A. P.; GADOTTI, G. I.; AUMONDE, T. Z.; VILLELA, F. A. Harvest delay, storage and physiological quality of soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 506-513, 2019.

ZABOT, L. Caracterização agronômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul. 2009. Santa Maria, RS. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; 2009.