

A época de semeadura na produção de sementes de soja em condições de várzea tropical

Edmar Vinicius de Carvalho⁽¹⁾,
Joênes Muci Peluzio⁽²⁾,
Cezar Neucir Freiburger⁽³⁾,
Luigi Zanfra Provenci⁽⁴⁾ e
Wellington Cardoso dos Santos Mota⁽⁵⁾

Data de submissão: 16/6/2020. Data de aprovação: 6/10/2020.

Resumo – A época de semeadura é considerada fator de maior influência cultural na soja, no entanto, poucos são os trabalhos realizados em condições de várzea tropical que avaliam o seu efeito. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das épocas de semeadura em quatro cultivares de soja em condições de várzea tropical. Os ensaios de campo foram instalados em 13/maio, 23/maio e 03/junho de 2019 e em cada um foram utilizados quatro cultivares de soja (GMR = 8,1; 8,6; 7,4 e; 7,1) em delineamento de blocos ao acaso e quatro repetições. O cultivo foi realizado seguindo o padrão adotado na região e utilizando o sistema de subirrigação. Foram avaliadas características agronômicas, de qualidade da semente e de composição química. Além da análise de variância e do teste de médias, foram realizadas a análise de correlação linear e a de fatores (extração pelo método dos componentes principais; rotação *varimax*). O atraso da semeadura promoveu reduções significativas na produtividade de grãos (19% a 25%). Os valores médios de germinação e vigor das sementes foram superiores a 95% e 85%, respectivamente. As cultivares com GMR > 8,0 apresentaram redução significativa da germinação e da viabilidade com o atraso da semeadura. Entretanto, na primeira época de semeadura, apresentaram teor de óleo superior as demais (> 22%). Houve efeito da época de semeadura nas características avaliadas, com exceção do teor de proteína dos grãos. A produção de sementes com qualidade superior pode ser potencializada com a escolha da cultivares em função da época de semeadura.

Palavras-chave: Entressafra. *Glycine max* L.. Produtividade. Qualidade fisiológica.

The sowing date in soybean seed production under tropical lowland conditions

Abstract – The sowing date is considered to be the factor with the greatest cultural influence on soybean, however, there are few studies carried out in tropical lowland conditions that evaluate its effect. This paper's objective was to evaluate the effect of sowing dates in four soybean cultivars under tropical lowland conditions. The field trials were installed on May 13th, May 23rd and June 3rd 2019, and in each one four soybean cultivars were used (GMR = 8.1; 8.6; 7.4 and; 7.1) in a randomized block design and four replications. The cultivation was carried out following the pattern adopted in the region and using the sub-irrigation system. Agronomic characteristics, seed quality and chemical composition were evaluated. In addition to the

¹ Professor doutor do *Campus* Avançado Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins - IFTO. Bolsista do IFTO. *edmar.carvalho@ifto.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4563-2015>.

² Professor doutor do *Campus* Palmas, da Universidade Federal do Tocantins - UFT. Bolsista do CNPq. *joenesp@uft.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/000-0002-9336-2072>.

³ Graduando do curso de Engenharia Agrônômica do *Campus* Avançado Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins – IFTO. *cesarfreiberger@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7645-7363>.

⁴ Graduando do curso de Engenharia Agrônômica do *Campus* Avançado Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins – IFTO. *luigi.provenci@estudante.ifto.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4074-3514>.

⁵ Graduando do curso de Engenharia Agrônômica do *Campus* Avançado Lagoa da Confusão, do Instituto Federal do Tocantins – IFTO. *wellington.cardoso.mota@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6402-359X>.

analysis of variance and the averages test, linear and factor correlation analysis (extraction by the principal component method; varimax rotation) were performed. The delay in sowing promoted significant reductions in grain yield (19% to 25%). The average values of germination and seed vigor were greater than 95% and 85%, respectively. Cultivars with GMR > 8.0 had shown a significant reduction in germination and viability with delayed sowing. However, in the first sowing season, they had shown oil content higher than the others (> 22%). There was an effect of the sowing date on the evaluated characteristics, except for the protein content of the grains. The seeds production with superior quality can be enhanced with the choice of cultivars depending on the sowing date.

Keywords: Offseason. *Glycine max L.*. Yield. Physiological quality.

Introdução

O agronegócio exerce papel fundamental na economia mundial com a produção de alimentos e energia, entre outros produtos, e as atividades de pesquisa do setor buscam cada vez mais o aumento da produtividade (PEREIRA *et al.*, 2019) através da otimização de práticas culturais (MASSINO *et al.*, 2018) e do melhoramento genético, visando reduzir os custos de produção. Neste ponto, as sementes utilizadas nos plantios são consideradas o insumo básico e fundamental para o sucesso do sistema produtivo, uma vez que carregam a tecnologia desenvolvida e gerada por pesquisadores (SANTOS *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2017).

Na produção agrícola mundial, a soja merece destaque por ser considerada fonte importante de óleo e proteína para alimentação animal e humana (PELUZIO *et al.*, 2008a; BAKAL *et al.*, 2017), com diversos usos e aplicações (PELUZIO *et al.*, 2008b), como na produção do biodiesel, um combustível importante na matriz energética, considerado uma fonte renovável.

O crescimento e o desenvolvimento da cultura da soja sofrem grande influência do ambiente de cultivo que reflete na qualidade da semente com relação à composição química (BAKAL *et al.*, 2017), germinação e vigor (PELUZIO *et al.*, 2008a; XAVIER *et al.*, 2015). Dentre os fatores culturais de cultivo, a época de semeadura é considerada a de maior influência, ou seja, em cada região haverá uma época mais adequada (PRABHAKAR *et al.*, 2018) em função da relação direta com o momento do florescimento, maturação e colheita da cultura. Em consequência dessa variabilidade, existe a necessidade da condução de ensaios regionais para obtenção de resultados precisos e aplicáveis e que devem ser considerados por pesquisadores e produtores para a produção de sementes com qualidade (UMBURANAS *et al.*, 2018).

Nesse sentido, com a mudança da época de semeadura (antecipando-a ou atrasando-a), diversos estudos demonstram alterações em componentes agrônômicos e em caracteres químicos e fisiológicos em sementes de soja, tais como os de Pereira *et al.* (1979), Bakal *et al.* (2017), Massino *et al.* (2018) e Prabhakar *et al.* (2018). Além do atraso da semeadura, o atraso da colheita das sementes de soja também promove efeitos negativos na qualidade, como observado por Peluzio *et al.* (2008a) e Xavier *et al.* (2015), no estado do Tocantins.

Um dos fatores relacionados às alterações observado nos trabalhos mencionados acima é o clima. Nesses trabalhos, a quantidade de chuvas e a temperatura noturna são citados com frequência, o que também é relatado por Alves *et al.* (2015) como fatores limitantes para a obtenção de sementes de alta qualidade. Com relação a este ponto, no estado do Tocantins, durante o período de entressafra (meio do ano), ocorrem condições climáticas favoráveis para a produção de sementes de soja em condições de várzea tropical, tais como ausência de precipitações, baixa umidade relativa do ar e baixas temperaturas noturnas (PELUZIO *et al.*, 2010). Além deste fator, a localização do Estado é tida como favorável do ponto de vista logístico para o escoamento da produção (PELUZIO *et al.*, 2008b).

Ainda em relação ao Tocantins, Santos *et al.* (2012) chegaram a uma conclusão sobre a produção de sementes com qualidade fisiológica em condições de várzea tropical no Estado, no

período de entressafra. Os valores obtidos por estes autores foram em média de 92% para a germinação e 82% para o vigor, na avaliação de diferentes cultivares. Cabe destacar que, no período de entressafra, dados oficiais do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento revelam que metade dos campos de sementes de soja nesse período estão no Tocantins e em condições de várzea irrigada (MAPA, 2019).

No tocante à avaliação da qualidade das sementes, os testes podem envolver os de germinação e o de vigor (PRADO *et al.*, 2019), em que o primeiro avalia a viabilidade da semente (XAVIER *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.*, 2019; PRADO *et al.*, 2019) enquanto o segundo demonstra sanidade e a energia presente nelas (PEREIRA *et al.*, 2019). Além destes parâmetros, a produtividade, a massa de mil ou cem sementes e a composição química também são avaliadas para inferir sobre a sua qualidade, como observado nos trabalhos de Santos *et al.* (2012), Bakal *et al.* (2017) e Pereira *et al.* (2017), por exemplo.

Assim, programas de melhoramento genético da cultura da soja acabam buscando cultivares produtivas e que tenham sementes de qualidade fisiológica superior (SANTOS *et al.*, 2012). Tal fato tem relação com o observado por Peluzio *et al.* (2008a), que obtiveram produtividade e peso 100 sementes similares, porém com qualidade distinta. No entanto, o trabalho de Pereira *et al.* (2017) relata a correlação existente entre caracteres agrônômicos 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.

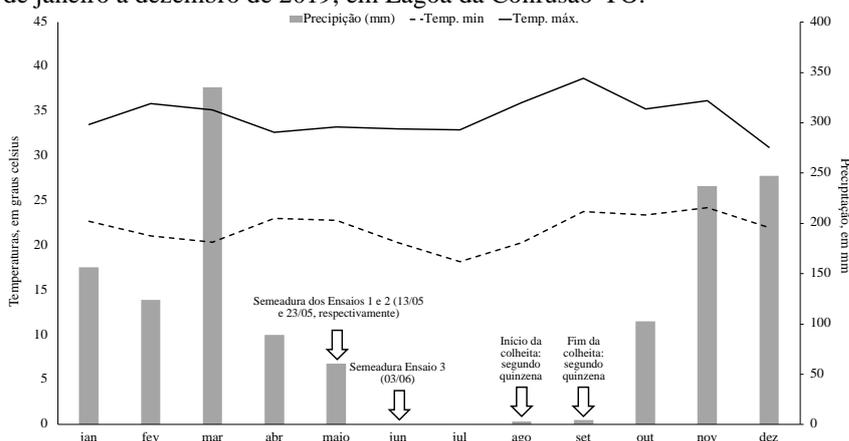
Por fim, ao verificar a literatura científica disponível nas bases de dados nacionais e internacionais, poucos são os trabalhos realizados em condição de várzea no Tocantins que buscam avaliar o efeito da época de semeadura na produção de sementes e/ou a composição química deste insumo importante. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi de avaliar o efeito das épocas de semeadura, sob condições de várzea tropical, nas características agrônômicas, na qualidade fisiológica de sementes e no teor e rendimento de óleo e proteína em cultivares de soja.

Materiais e métodos

Caracterização dos ensaios

Os ensaios de campo foram instalados nos meses de maio e junho de 2019, em área agrícola no município da Lagoa da Confusão-TO (179 m, 10°49'S e 49°43'W), por ser representativa para a produção de sementes de soja no Tocantins e no Brasil, durante o período de entressafra. Os dados climáticos para Lagoa da Confusão - TO no ano de 2019 foram obtidos por meio consulta a base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) e ao Sistema de Monitoramento Agrometeorológico (AGRITEMPO, 2020) e estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Temperaturas mínimas e máximas (Temp. min e Temp. máx, respectivamente) e precipitação mensais de janeiro a dezembro de 2019, em Lagoa da Confusão-TO.



Fonte: Estação Automática do INMET e Estação TRMM49.30 (Agritempo), no município (2019).

Cada ensaio foi representado por uma época de semeadura, com a primeira em 13 de maio de 2019; a segunda em 23 de maio de 2019; e a última em 03 de junho de 2019. Em cada ensaio, os tratamentos foram representados por quatro cultivares de soja: C3 (GMR = 8,1; Hábito indeterminado), C4 (GMR = 8,6; Hábito determinado), C5 (GMR = 7,4; Hábito indeterminado) e C6 (GMR = 7,1; Hábito indeterminado), 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, de forma que as parcelas foram constituídas de quatro fileiras de cinco metros, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foram desprezados 0,50 m da extremidade de cada fileira central, com a área útil da parcela sendo de 3,6 m².

No local dos ensaios, foram realizadas as operações de aração, gradagem, sulcamento e adubação. Esta última prática foi realizada de acordo com a análise de solo (pH CaCl₂ = 4,6; P = 18,7 mg dm⁻³; K = 0,32 cmol dm⁻³; Ca = 2,31 cmol dm⁻³; Mg = 1,03 cmol dm⁻³; Al = 0,28 cmol dm⁻³; Matéria Orgânica = 33,4 g dm⁻³; Argila = 38% e; Areia = 52%) e produção de sementes com qualidade na região das várzeas tropicais. No momento do plantio, foi realizado o tratamento das sementes com fungicida, seguido da inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*.

A densidade de semeadura foi realizada com o intuito de se obter de 12 a 23 plantas por metro linear, em função da recomendação de cada cultivar que foi avaliada. Nas parcelas em que o número de plantas se apresentou superior ao desejado, foi realizado um desbaste aos dez dias após a emergência. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fizeram necessários. Com relação a irrigação, foi adotado o manejo padrão da região da Lagoa da Confusão-TO e da propriedade rural com elevação do lençol freático (subirrigação).

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%) até o momento das análises químicas e de qualidade fisiológica.

Características avaliadas

Com base na área útil da parcela, foram obtidas as seguintes características agronômicas das plantas: Número de Dias para o Florescimento (DF): número de dias, contados a partir da emergência, até a ocorrência de uma flor aberta na haste principal em 50% das plantas da parcela; Número de Dias para a Maturação (DM): número de dias, contados a partir da emergência, até que as plantas tivessem 95% das vagens maduras; 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 características das sementes, foram realizados os seguintes testes e/ou avaliações nas amostras de cada parcela experimental: percentual de sementes verdes (SV): razão da quantidade de sementes verdes em quatro subamostras de 50 sementes, com valores expressos em %; teste de germinação em areia: realizado com subamostra de 50 sementes e com base no descrito em Brasil (2009), sendo a primeira contagem de germinação de plântulas normais realizada aos cinco dias (GA-5) e a contagem final aos oito dias (GA-8), com os valores

expressos em %; e teste de tetrazólio: com base na metodologia descrita em Brasil (2009) e proposta por França-Neto *et al.* (1998) para verificar o vigor e a viabilidade das sementes, usando subamostras de 50 sementes. Os valores foram expressos em %.

Para as análises químicas, os grãos foram moídos e duas amostras foram retiradas de cada parcela experimental (duplicata) que foram pesadas em balança de precisão para determinação do teor de óleo dos grãos (% óleo) utilizando o método de Soxhlet, segundo IAL (2005) e do teor de proteína (% PTN) utilizando o método de Kjeldahl com base na determinação do nitrogênio total, seguindo o preconizado por AOAC (1975). Após essa etapa, foram obtidos o rendimento de óleo e proteína (RO e RPTN, respectivamente e expressos em kg ha⁻¹), oriundos do produto entre os respectivos teores e a produtividade de grãos.

Análises estatísticas

Primeiramente, os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade dos resíduos para verificação da necessidade de transformação ou não. Após a verificação mencionada 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 (três épocas de semeadura, quatro cultivares de soja e quatro repetições). Após, as médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Ao empregar a análise multivariada com base na matriz de correlação entre as variáveis, foi feita análise de fatores seguindo os critérios descritos por Hair Jr *et al.* (2006) e Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010). A extração dos fatores foi feita pelo método dos componentes principais com uso da rotação *varimax* para estabelecimento das cargas fatoriais, como forma de verificar a associação entre os tipos de características avaliadas no estudo e identificar cultivares superiores e épocas de semeadura favoráveis.

Por fim, foi realizada análise de correlação linear de Pearson, com nível de 5% de probabilidade pelo teste t, entre as variáveis que não preencheram os requisitos exigidos pela análise multivariada, conforme descrito em Hair Jr *et al.* (2006) e Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010).

Resultados e discussões

Características agronômicas

Com relação ao número de dias para florescimento e para maturação, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem, foi observada interação significativa pelo teste F ($p < 0,05$) entre as épocas de semeadura e as cultivares avaliadas (Tabela 1). Entre estas quatro características, a época de semeadura influenciou o número de dias para o florescimento em todas as cultivares, com aumento nas cultivares C3 e C4 ($GMR > 8,0$) e redução nas cultivares C5 e C6 ($GMR < 8,0$). Ainda, é possível observar que as cultivares semeadas em 23 de maio tiveram redução na quantidade de dias para florescimento.

Tabela 1 – Número de dias para florescimento e maturação, altura de plantas e de inserção de primeira vagem de quatro cultivares (C) de soja avaliadas em três épocas de semeadura (E), representadas pelas datas, em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019

Número de dias para florescimento				Número de dias para maturação			
Cultivar	13/05	23/05	03/06	Cultivar	13/05	23/05	03/06
C3	35 Bb	34 Bc	39 Ba	C3	105 Aa	105 Aa	105 Aa
C4	45 Ab	41 Ac	46 Aa	C4	98 Bb	95 Bc	100 Ba
C5	31 Ca	27 Cc	30 Cb	C5	91 Ca	88 Cb	84 Cc
C6	31 Ca	28 Cc	30 Cb	C6	91 Ca	88 Cb	84 Cc
Teste F (Cx E)	**			Teste F (Cx E)	**		
CV (%)	0,97			CV (%)	0,50%		

Altura de plantas (cm)				Altura de inserção de primeira vagem (cm)			
Cultivar	13/05	23/05	03/06	Cultivar	13/05	23/05	03/06
C3	83,2 Aa	85,4 Aa	85,5 Aa	C3	9,3 Ca	12,4 Ba	11,4 Ba
C4	69,2 Bb	70,5 Bb	79,8 Aa	C4	17,8 Ab	17,6 Ab	21,3 Aa
C5	56,8 Ca	53,1 Da	50,2 Ca	C5	11,8 Ba	13,2 Ba	12,3 Ba
C6	61,8 Ca	60,3 Ca	64,8 Ba	C6	8,9 Cb	12,7 Ba	10,2 Bb
Teste F (Cx E)	**			Teste F (Cx E)	*		
CV (%)	6,51			CV (%)	12,56		

CV = coeficiente de variação. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$. Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

No entanto, com relação à maturação, as cultivares C5 e C6 apresentaram redução de sete dias no ciclo total com o avanço na época de semeadura, a cultivar C3 foi estável e a cultivar C4 apresentou aumento de dois dias.

Zanon *et al.* (2015) relatam que a redução do período vegetativo ou do ciclo da cultura possuem relação com o fotoperíodo, destacando a antecipação do florescimento em condições de fotoperíodo curto (12-13 horas), fato também observado e relatado por Umburanas *et al.* (2019). No entanto, as cultivares utilizadas no estudo possuem período juvenil longo, ou seja, são insensíveis ao fotoperíodo e sofrem maior influência da temperatura do ar. Durante a realização dos estudos, os dados climáticos (Figura 1) revelaram temperaturas menores no meses de junho e julho, com aumento a partir dos meses de agosto e setembro, e que coincidem com as menores umidades relativas do ar. Em relação às respostas diferentes dos cultivares, Sinclair *et al.* (2005) relatam que em alguns materiais genéticos, o efeito da temperatura é maior.

Com relação às cultivares C3 e C5, estas apresentaram altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem sem influência significativa ($p > 0,05$) da época de semeadura, resultado que também foi observado na cultivar C6 com relação a altura de plantas. Tais resultados relacionam-se com o hábito indeterminado destas cultivares, que proporciona o crescimento da planta mesmo após o início do florescimento e possibilita o cultivo em ambientes diferentes/desfavoráveis. Nesse ponto, a cultivar C4 (hábito determinado de crescimento) apresentou maior altura de plantas quando semeada na terceira época (03/jun) sendo observado também maior quantidade de dias para florescimento, nesta cultivar. Essa relação entre o início do florescimento e a estatura de planta também foi observada por Meotti *et al.* (2012) em cultivares de soja. Tais autores ainda relatam que podem ocorrer ajustes nos componentes de produção nas cultivares de soja para compensar o efeito da alteração de época de semeadura. Em resumo, as cultivares com GMR $< 8,0$ apresentaram alturas menores que as cultivares com GMR $> 8,0$. Entretanto, a cultivar C4 obteve altura de inserção de primeira vagem maior que as demais.

O número de vagens por planta e a produtividade de grãos não apresentaram efeito significativo pelo teste F ($p > 0,05$) na interação entre as épocas de semeadura e as cultivares (Tabela 2). No entanto, nos efeitos isolados, foi verificada significância pelo teste F ($p < 0,01$).

Com relação ao efeito da época de semeadura, foram observados maiores números de vagens por planta quando as cultivares foram semeadas em 13/maio e 03/jun.

Tabela 2 – Peso de 1.000 sementes, número de vagens por planta e produtividade de grãos de quatro cultivares de soja avaliadas em três épocas de semeadura, representada pelas datas, em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019

Cultivar	Peso de mil sementes			Cultivar	Número de vagens por planta			
	13/mai	23/mai	03/jun		13/mai	23/mai	03/jun	Média
C3	191,2 Aa	175,0 Ca	137,5 Bb	C3	96,73	70,47	110,11	92,43 A
C4	181,2 Aa	168,7 Ca	142,5 Bb	C4	59,00	42,72	48,07	49,93 B
C5	191,2 Aa	188,7 Ba	172,5 Ab	C5	34,90	26,30	32,20	31,13 C
C6	200,0 Aa	216,2 Aa	173,7 Ab	C6	51,05	32,87	44,90	42,94 B
Média	190,9	187,2	156,6	Média	60,42 a	43,09 b	58,82 a	-
Teste F (Cx E)		*		Teste F (Cx E)			ns	
CV (%)		6,29		CV (%)			24,52	

Cultivar	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)				Média
	13/mai	23/mai	03/jun		
C3	9.085	7.505	8.131		8.240 A
C4	4.993	4.424	4.104		4.507 B
C5	6.878	3.702	4.132		4.904 B
C6	5.636	4.128	5.062		4.942 B
Média	6.648 a	4.940 b	5.357 b		-
Teste F (Cx E)		ns			
CV (%)		18,05			

CV = coeficiente de variação. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$. ns = $p > 0,05$. Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na produtividade de grãos, o avanço da época de semeadura promoveu uma redução significativa de 25% a 19%, que esteve associada ao menor acúmulo de matéria seca para os grãos com o encurtamento da fase reprodutiva e/ou vegetativa. Em relação às condições climáticas da região e ao manejo de irrigação adotado, nos meses de agosto e setembro ocorreram o aumento da temperatura (Figura 1), diminuição da umidade relativa do ar e restrição no bombeamento para irrigação seguida de suspensão do uso da água para tal fim.

Com relação às cultivares, a cultivar C3 (ciclo mais tardio; hábito indeterminado) apresentou maior número de vagens por planta e maior produtividade de grãos que as demais (92,43 vagens por planta e 8.240 kg ha⁻¹ de grãos, respectivamente). O hábito de crescimento indeterminado da cultivar C3 confere a continuidade do crescimento e desenvolvimento da planta após o florescimento. Ainda com relação ao ciclo mais tardio, nesta situação a planta emite mais nós e espera-se que sua altura também seja maior, bem como espera-se que o aumento da fase vegetativa proporcione à planta a oportunidade de fixar carbono e acumular nitrogênio, que são fundamentais no aumento do potencial produtivo (SINCLAIR *et al.*, 2005).

Em relação às demais cultivares (C4, C5 e C6), a cultivar C5 apresentou menor número de vagens por planta sem apresentar diferença na produtividade de grãos em relação as outras duas (C4 e C6). De maneira semelhante, Stültp *et al.* (2009) afirmam que cultivares com menor número de vagens não são necessariamente as que apresentam menores produtividade de grãos.

No peso de mil sementes (PMS), todas as cultivares apresentaram redução significativa quando semeadas em 03/jun se comparados os resultados das semeaduras em 13/mai e 23/mai (Tabela 2). Além disso, na primeira época de semeadura, as cultivares apresentaram PMS similares, enquanto na segunda época a cultivar C6 foi superior às demais e na terceira época as cultivares superiores foram C5 e C6. Esses resultados possuem similaridade com os obtidos e discutidos na produtividade de grãos e demais componentes produtivos. O efeito da época de semeadura em cultivares de soja no PMS também foi observado por Bornhofen *et al.* (2015).

No entanto, existem trabalhos que relatam a não oscilação desta variável com a mudança da época de semeadura (BRACCINI *et al.*, 2004).

Em estudos envolvendo o efeito da época de semeadura em cultivares de soja, Bakal *et al.* (2017) observaram na Turquia o efeito negativo do atraso da semeadura na altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens, produtividade, peso de mil sementes e teor de óleo nas sementes. No Tocantins, Barbosa *et al.* (2011) avaliaram o comportamento de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, na região de Palmas - TO, e encontraram que os plantios realizados em novembro foram os mais propícios para o desenvolvimento dos cultivares.

Meotti *et al.* (2012) relatam que as semeaduras mais próximas ao início da janela de plantio são as mais indicadas em cada região e relacionaram esse fato com condições climáticas mais favoráveis e o efeito negativo de semeaduras tardias nos componentes de produção da soja. Nesse ponto, Prabhakar *et al.* (2018) mencionam que temperaturas entre 20 - 30 °C e manutenção de umidade no solo são condições ideais para obtenção de altas produtividades. Ainda, nos trabalhos de Stülp *et al.* (2009) e Prabhakar *et al.* (2018), é possível verificar que a ocorrência déficit hídrico entre a formação de vagem e a maturação aliada ou não com temperaturas acima de 34°C promovem efeitos negativos na produção, fato esse observado a partir de agosto, quando houve diminuição no bombeamento de irrigação na região e, em seguida, a suspensão.

Umburanas *et al.* (2019), ao avaliarem o efeito da época de semeadura em componentes produtivos de soja, verificaram redução de altura de plantas, altura de interseção da primeira vagem e produtividade e número de vagens por planta, relacionando o fato com a menor duração do dia e condições climáticas desfavoráveis. No entanto, os autores destacam que determinadas práticas podem ser adotadas para amenizar o efeito negativo da semeadura tardia, como o aumento do número de plantas por área, que pode resultar no maior número de sementes.

Características fisiológicas das sementes

Nas características relacionadas às sementes (Tabela 3), o efeito significativo pelo teste F ($p < 0,05$) na interação entre as épocas de semeadura e as cultivares foi observado.

Tabela 3 - Germinação em areia aos cinco e oito dias, vigor, viabilidade, percentagem de sementes verdes de quatro cultivares de soja (C) avaliadas em três épocas de semeadura (E), representada pelas datas, em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019

Germinação em areia aos cinco dias - %				Germinação em areia aos oito dias - %			
Cultivar	13/mai	23/mai	03/jun	Cultivar	13/mai	23/mai	03/jun
C3	43 Bb	31 Bb	81 Aa	C3	97,5 Aa	83,5 Bc	89,5 Bb
C4	97 Aa	78 Aa	72 Aa	C4	99,5 Aa	98,5 Aa	83,5 Cb
C5	96 Aa	99 Aa	61 Ab	C5	98,5 Aa	99,5 Aa	97,5 Aa
C6	97 Aa	89 Aa	73 Aa	C6	98,5 Aa	98,5 Aa	98,5 Aa
Teste F (Cx E)	**			Teste F (Cx E)	**		
CV (%)	14,28			CV (%)	2,14		

¹ Vigor - %				¹ Viabilidade - %			
Cultivar	13/mai	23/mai	03/jun	Cultivar	13/mai	23/mai	03/jun
C3	88,0 Aa	85,0 Aa	66,2 Bb	C3	94,5 Aa	91,5 Aa	78,2 Cb
C4	85,5 Aa	89,5 Aa	81,5 Aa	C4	94,5 Aa	95,2 Aa	89,5 Bb
C5	88,0 Aa	89,5 Aa	85,0 Aa	C5	94,0 Aa	95,0 Aa	92,7 Aa
C6	86,5 Aa	87,2 Aa	90,5 Aa	C6	92,5 Aa	94,0 Aa	95,5 Aa
Teste F (Cx E)	**			Teste F (Cx E)	**		
CV (%)	3,55			CV (%)	1,54		

Percentagem de sementes verdes			
Cultivar	13/mai	23/mai	03/jun
C3	17,0 Aa	9,2 Ab	6,0 Bb

C4	19,5 Aa	14,5 Aa	7,7 Bb
C5	3,0 Bb	5,7 Bb	19,0 Aa
C6	1,2 Bb	0,2 Bb	9,7 Ba
Teste F (Cx E)		**	
CV (%)		29,4	

CV = coeficiente de variação. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$. Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$), com base nos resultados do teste de Tetrázólio.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira contagem de germinação, obtida aos cinco dias do teste de areia, não apresentou efeito da época de semeadura nas cultivares C4 e C6, enquanto nas cultivares C3 e C5 foi observado aumento e redução, respectivamente, que podem estar relacionadas as características das cultivares quanto ao ciclo e hábito de crescimento. Com relação à comparação das cultivares, a cultivar C3 foi inferior às demais nas duas primeiras épocas de semeadura. A importância dos resultados da primeira contagem está baseada na possibilidade de seleção de genótipos com maior vigor, emergência a campo e produção de matéria seca por meio desta característica, conforme os resultados obtidos por Martins *et al.* (2016).

As cultivares com GMR $< 8,0$ foram as que não apresentaram efeito significativo da época de semeadura quanto à germinação aos oito dias ($> 97,6\%$), vigor ($> 85\%$) e viabilidade ($> 92,5\%$). As cultivares C3 e C4, que possuem GMR $> 8,0$, apresentaram redução da germinação, vigor (somente a cultivar C3) e da viabilidade com o atraso da época de semeadura (da primeira quinzena de maio para a primeira quinzena de junho).

Outro resultado obtido revela que, em condições de semeadura atrasada (início junho), as cultivares C5 e C6 apresentaram qualidade de semente superior as cultivares C3 e C4 com base na germinação aos oito dias e na viabilidade. No tocante ao vigor, a cultivar C3 foi inferior as demais quando semeada em 03/jun.

Em relação aos valores médios de germinação ($> 95\%$) e vigor ($> 85\%$), os valores obtidos são próximos aos observados por Santos *et al.* (2012) em condições de várzea tropical no Tocantins e superiores aos mínimos exigidos na legislação atual brasileira. Tais resultados revelam o potencial de produção de sementes das várzeas irrigadas do Estado no período de entressafra.

No tocante à diferença de performance dos genótipos quanto a produção e qualidade de sementes em função época de semeadura, Prabhakar *et al.* (2018) destacam que podem ocorrer situações mais favoráveis para a produção ou a qualidade. Além disso, o comportamento diferenciado dos cultivares em função de alteração da época de semeadura é observado na literatura (i.e. BORNHOFEN *et al.*, 2015), em que cada cultivar irá apresentar necessidades específicas, sendo necessária a realização de ensaios regionais para maximizar a produção de sementes com qualidade (BORNHOFEN *et al.*, 2015).

O aumento de temperatura com a redução da disponibilidade hídrica no mês de setembro, durante a fase final de ciclo das cultivares C3 e C4 semeadas na época mais tardia (3/jun), possui relação com os resultados obtidos na redução da germinação e viabilidade e destes materiais. De maneira contrária, todas as parcelas das cultivares C5 e C6 foram colhidas dentro do mês de agosto, em que a restrição hídrica foi menor que a de setembro.

Alves *et al.* (2015) concluíram que haverá uma melhor época de semeadura em função do objetivo da lavoura. Dessa forma, a presente pesquisa revela que, a depender da época de semeadura, haverá uma cultivar mais indicada para a produção de sementes com qualidade. Esse resultado destaca a necessidade de dispor de cultivares distintas num sistema produtivo, como evidenciado por Garcia *et al.* (2018).

Os resultados do percentual de sementes verdes revelam que nas cultivares com GMR $> 8,0$ ocorreu redução dos valores com o avanço da semeadura, e nas cultivares com GMR $> 8,0$ houve um aumento significativo. Ademais, nas semeaduras de 13/mar e 23/mar, as cultivares

C3 e C4 apresentaram percentual de sementes verdes superior às demais (>9,2%), enquanto a cultivar C5 na semeadura de 03/jun foi superior (19,0%). O comportamento diferente dos genótipos com as mudanças do ambiente, promovidas neste trabalho pelas diferentes épocas de semeadura quanto ao percentual de sementes verdes, também é observado em outros trabalhos (i.e. RANGEL *et al.*, 2011) e relatado por outros autores (i.e. PÁDUA *et al.*, 2009).

Estes resultados têm relação com o momento em que estresses como altas temperaturas (28 °C a 36 °C) e seca ocorrem (RANGEL *et al.*, 2011) quando o estágio R6 é o mais sensível, o que resulta em lotes de sementes com maior percentual de sementes verdes e menor qualidade (PÁDUA *et al.*, 2009). Além do efeito do ambiente, Pádua *et al.* (2009) e Rangel *et al.* (2011) relatam a influência da genética na suscetibilidade ao aparecimento de sementes esverdeadas. Tal afirmação relaciona-se o fato da cultivar C6 ter menor percentual de sementes esverdeadas (9,7%) que a cultivar C5 (19,0%) quando da semeadura em 03/jun, mesmo que ambas tenham apresentado aumento desta variável com o avanço da semeadura de maio para junho.

Durante o processo de maturação das sementes de soja, a clorofila é degradada pela ação da enzima clorofilase e a atividade dessa enzima é diminuída ou até mesmo interrompida em condições de altas temperaturas e/ou estresse hídrico (RANGEL *et al.*, 2011), promovendo a retenção da clorofila na semente e o aparecimento de sementes esverdeadas. Na literatura, observa-se a relação negativa dessa característica com a qualidade de lotes de sementes (i.e. RANGEL *et al.*, 2011), no entanto, no presente trabalho, não foi observada relação significativa dela com as demais características avaliadas (Figura 3).

Características químicas das sementes (óleo e proteína)

No teor de proteína, não foram observados efeitos significativos pelo teste F ($p > 0,05$) na interação entre as épocas de semeadura e as cultivares, bem como nas fontes de variação isoladas (Tabela 4). O valor médio do teor de proteína foi de aproximadamente 39%, sendo superior aos observados em alguns trabalhos na região do Tocantins e do Paraná (i.e. LOPES *et al.*, 2016; FARIA *et al.*, 2018 e; UMBURANAS *et al.*, 2018). Faria *et al.* (2018), em estudos nas regiões de Porto Nacional-TO e Santa Rosa-TO em condições de sequeiro, verificaram a não influência da época de semeadura no teor de proteína nas duas localidades. Umburanas *et al.* (2018) também relatam que o teor de proteína foi mais estável que o teor de óleo com a mudança da data de semeadura de soja no Paraná.

Tabela 4 - Teores de proteína e óleo e rendimentos de proteína e óleo de quatro cultivares de soja (C) avaliadas em três épocas de semeadura (E), representada pelas datas, em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019

Cultivar	Teor de proteína - %			Cultivar	Teor de Óleo - %		
	13/mai	23/mai	03/jun		13/mai	23/mai	03/jun
C3	41,5	38,5	36,5	C3	24,0 Aa	22,0 Aa	18,0 Ab
C4	39,0	40,5	40,5	C4	22,0 Aa	19,5 Aa	20,0 Aa
C5	39,5	35,0	41,0	C5	17,5 Bb	21,5 Aa	16,5 Ab
C6	39,0	38,5	39,0	C6	18,5 Ba	21,5 Aa	20,0 Aa
Teste F (Cx E)	Ns			Teste F (Cx E)	*		
CV (%)	4,38			CV (%)	7,09		

Cultivar	Rendimento de proteína – kg ha ⁻¹			Cultivar	Rendimento óleo – kg ha ⁻¹		
	13/mai	23/mai	03/jun		13/mai	23/mai	03/jun
C3	3.778 Aa	2.912 Ab	2.959 Ab	C3	2.188 Aa	1.645 Ab	1.431 Ac
C4	1.943 Da	1.792 Ba	1.634 Cb	C4	1.093 Ba	856 Bb	813 Cb
C5	2.737 Ba	1.290 Dc	1.695 Cb	C5	1.208 Ba	792 Bb	682 Cb
C6	2.182 Ca	1.576 Cc	1.974 Bb	C6	1.039 Ba	899 Ba	1.031 Ba
Teste F (Cx E)	**			Teste F (Cx E)	**		
CV (%)	3,64			CV (%)	7,18		

CV = coeficiente de variação. * = $p < 0,05$; ** = $p < 0,01$. Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferença estatística entre as médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores.

No teor de óleo e nos rendimentos de óleo e proteína, foi observado o efeito significativo da interação ($p < 0,05$) entre épocas de semeadura e cultivares. As cultivares C3 e C4 apresentaram os maiores teores de óleo (24% e 22%, respectivamente) que as cultivares C5 e C6, quando da semeadura em 13/mai. Nas demais épocas de semeadura, não foram observadas diferenças entre as cultivares. Com relação à resposta de cada cultivar à mudança da época de semeadura, as cultivares C3 e C5 apresentaram redução do teor óleo com semeadura após 23/mai, o que não foi observado para C4 e C6.

Barbosa *et al.* (2011), em estudos na região de Palmas-TO, concluíram que temperaturas mais altas e menores médias de precipitações pluviométricas durante a fase de enchimento de grãos favoreceram o acúmulo de óleo nas sementes. Em outro estudo na mesma região, Lopes *et al.* (2016) verificaram a influência das épocas de plantio na expressão dos teores de óleo em cultivares de soja e concluíram que semeaduras tardias propiciaram maior teor de óleo.

De forma contrária, Almeida *et al.* (2018) encontraram redução no teor de óleo com o atraso de semeadura, com 20,5% em semeadura realizada no início de dezembro e 17,5% na semeadura realizada em janeiro em Gurupi-TO, na safra 2012/2013. Resultados semelhantes também foram observados por Lima *et al.* (2017b), Daronch *et al.* (2018), Faria *et al.* (2018) e Umburanas *et al.* (2018).

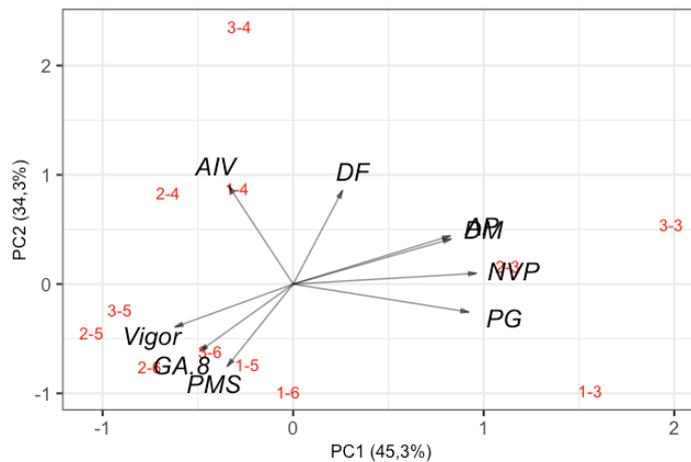
Em relação aos rendimentos de proteína e óleo, foi observada a superioridade da cultivar C3 em relação às demais, que possui relação com a produtividade de grãos superior desta cultivar e que é usada para determinar o rendimento destes componentes. Sobre o rendimento de proteína, a semeadura feita em 03/jun proporcionou menor valor em relação a semeadura em 13/mai para todas as cultivares avaliadas.

Com relação aos rendimentos de óleo e proteína por hectare, Lima e Peluzio (2015) e Lima *et al.* (2017a) verificaram que a primeira época de semeadura proporcionou condições mais favoráveis em virtude do maior rendimento de grãos. Tal fato tem relação com o relato de Lopes *et al.* (2016) de que os teores de óleo e proteína não serem tão afetados pelo ambiente, diferente do rendimento destes componentes que sofre maior influência do ambiente, como observado por Monteiro *et al.* (2017). De maneira similar, Umburanas *et al.* (2018) relatam que a variação dos rendimentos de proteína e óleo na cultura da soja resultam das variações ocorridas na produtividade de grãos.

Análises multivariadas: PCA e correlação linear

A análise de componentes principais foi realizada com nove das dezesseis variáveis avaliadas em função dos requisitos exigidos pela análise, conforme descrito em Hair Jr *et al.* (2006) e Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010). Os resultados revelam que os dois primeiros componentes principais explicam 79,6% da variação das nove variáveis (Figura 2). Segundo Bornhofen *et al.* (2015), a análise gráfica baseada em análises multivariadas permitem melhor interpretação dos resultados quando se tem inúmeras características avaliadas em diferentes condições.

Figura 2 - Resultado gráfico da análise de componentes principais (PC1 e PC2) com pesos de nove variáveis* e scores da combinação de quatro cultivares de soja avaliadas em três épocas de semeadura (primeiro número refere-se a época de semeadura e segundo número a cultivar), em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019.



AIV = altura de inserção da primeira vagem. DF = número de dias para o florescimento. DM = número de dias para a maturação. AP = altura de plantas. NVP = número de vagens por planta. PG = produtividade de grãos. GA.8 = germinação em areia aos oito dias após a semeadura. PMS = peso de mil sementes.

Fonte: Elaborado pelos autores.

As variáveis agronômicas número de dias para maturação, alturas de plantas, número de vagens por planta e produtividade de grãos apresentaram relação positiva com o primeiro componente principal, enquanto o vigor apresentou relação negativa. A relação do aumento do ciclo da cultura da soja com a redução do vigor das sementes também é relatada por Pereira *et al.* (2017). A associação entre alturas de plantas e produtividade de grãos na cultura da soja também 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. Pereira *et al.* (2017) e Kumagai e Takahashi (2020) também 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.

A altura de inserção de primeira vagem e os dias para o florescimento apresentaram relação positiva com o segundo componente principal, enquanto a germinação aos oito dias e o peso de mil sementes apresentaram pesos negativos no segundo componente principal. Em outras palavras, é possível verificar a relação inversa entre as características agronômicas e as relacionadas à semente, nas condições experimentais do presente estudo.

Mello Filho *et al.* (2004) verificaram que a qualidade fisiológica da semente não apresentou relação significativa com a produtividade de grãos na cultura da soja. De forma diferente, Pereira *et al.* (2017) verificaram que plantas com maior produtividade, número de vagens e teor de óleo foram determinantes para aumentos na germinação e taxa de emergência. No entanto, as avaliações do trabalho citado foram realizadas somente numa época de semeadura.

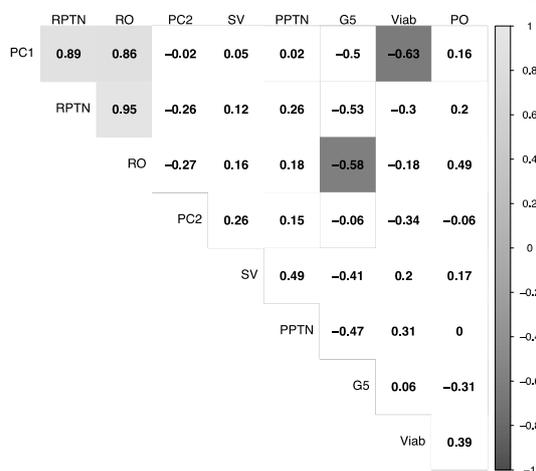
O resultado do gráfico da Figura 2 ainda revela a superioridade agronômica da cultivar C3, a maior altura de inserção de primeira vagem da cultivar C4 e o maior ciclo destas duas cultivares. Com relação à qualidade da semente, é possível verificar a superioridade das cultivares C5 e C6 e o menor ciclo destes materiais na Figura 2. Nesse sentido, Pereira *et al.* (2017) concluíram que plantas com ciclo mais curtos estão associadas a sementes com alta germinação e vigor.

No que se refere aos efeitos da época de semeadura, observa-se efeito negativo do avanço da semeadura nas quatro cultivares avaliadas nas características agronômicas do primeiro

componente principal. Este efeito negativo do avanço da época de semeadura é observado em maior grau na qualidade das sementes, mensurada pelo vigor, germinação aos oito dias e peso de mil sementes, com relação as cultivares C3 e C4. De maneira similar, Umburanas *et al.* (2019) verificaram, por meio da análise gráfica Biplot, a redução dos caracteres agrônômicos avaliados com o avanço da semeadura.

Após a extração dos dois componentes principais, estes foram utilizados em análise de correlação linear com as demais variáveis analisadas, em que o primeiro componente teve correlação significativa ($p < 0,05$) e positiva com os rendimentos de óleo ($r = 0,86$) e proteína ($r = 0,89$) e negativa com a viabilidade ($r = -0,63$; Figura 3). Esses resultados, de certa forma, são semelhantes aos descritos na Figura 2, em que as características agrônômicas apresentaram relação negativa com as relacionadas a qualidade fisiológica da semente, visto que os rendimentos de óleo e proteína estão relacionados à produtividade de grãos.

Figura 3 - Resultado gráfico da análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis não incluídas na análise de componentes principais e os componentes gerados, com base na avaliação de quatro cultivares de soja em três épocas de semeadura em condições de várzea tropical no Tocantins, safra 2019.



*Valores destacados são significativos a 5% pelo teste t.

RPTN = rendimento de proteína. RO = rendimento de óleo. SV = percentual de sementes verdes. PPTN = teor de proteína. G5 = germinação em areia aos 5 dias após a semeadura. Via = viabilidade determinada pelo teste de tetrazólio. PO = teor de óleo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A correlação positiva e significativa ($p < 0,05$) também foi observada entre os rendimentos de óleo e proteína ($r = 0,95$), enquanto foi percebida uma relação negativa entre o rendimento de óleo e a contagem inicial de germinação aos cinco dias ($r = -0,58$). A correlação significativa entre os rendimentos de óleo e proteína também foram observadas em sementes de soja por Umburanas *et al.* (2018) e pode ter relação com o componente produtividade, presente na obtenção dos rendimentos, que sofreu maior influência do ambiente do que os respectivos teores.

Considerações finais

Houve efeito da época de semeadura nas características avaliadas, com exceção do teor de proteína dos grãos. O atraso da época de semeadura promoveu redução da produtividade sem afetar a qualidade das sementes das cultivares C5 e C6. Além disso, as características agrônômicas apresentaram relação negativa com a qualidade fisiológica da semente.

Entretanto, nas épocas de semeadura avaliadas, as cultivares apresentaram qualidade fisiológica superior ao mínimo exigido pela legislação. A cultivar C3 foi a mais produtiva, aliada à boa qualidade fisiológica das sementes, características agrônômicas favoráveis e, de modo geral, com os maiores teores de óleo e rendimento de óleo e de proteína.

Dessa forma, concluímos que a produção de sementes, nas condições das várzeas tropicais pode ser potencializada em função da escolha da cultivares em função da época de semeadura.

Referências

- AGRITEMPO. **Agritempo**: Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/Estatisticas/index.jsp?siglaUF=TO>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- ALMEIDA, B. C. de *et al.* Ambiente e densidade de semeadura em cultivares de soja para produção de biodiesel. **Campo Digit@l**, v. 13, n. 1, p. 19–26, 2018. Disponível em: <http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/2218/1003>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- ALVES, C. Z. *et al.* Production and physiological quality of soybean seeds in orthic quartzarenic neosol of the cerrado region. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 127-134, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n414rc>. Acesso em: 07 maio 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 12 ed., Washington. 1975. 1054p.
- BAKAL, H. *et al.* The effect of growing seasons on some agronomic and quality characteristics of soybean varieties in mediterranean region in Turkey. **Turkish Journal of Fields crops**, v. 22, n. 2, p. 187-196, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17557/tjfc.356213>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- BARBOSA, V. da S. *et al.* Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 742–749, 2011. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1142/599>. Acesso em: 24 abr. 2020
- BORNHOFEN, E. *et al.* Épocas de semeadura e desempenho qualitativo de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 46-55, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4529143>. Acesso em 15 abr. 2020.
- BRACCINI, A. de L. *et al.* Características agrônômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, v. 63, n. 1, p. 81-92, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052004000100009>. Acesso em 30 abr. 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- DARONCH, D. J. *et al.* Chemical composition of grains and environmental efficiency in soybeans grown under low latitude conditions. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 46, n. 4, p. 359–366, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2018v46n4p359-366>. Acesso em 24 abr. 2020.

FARIA, L. A. de *et al.* Oil and protein content in the grain of soybean cultivars at different sowing seasons. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 13, n. 2, p. 1–7, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v13i2a5518>. Acesso em: 24 abr. 2020.

FEHR, W. R. *et al.* Stage of development descriptions for soybeans (*Glycine max* L. Merrill). **Crop Science**, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>. Acesso em: 24 abr. 2020.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. da. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. **Opinião pública**, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-62762010000100007>. Acesso em: 24 abr. 2020.

FRANÇA-NETO, J. B. *et al.* **Teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa - CNPSo, 1998. 72p.

GARCIA, R. A. *et al.* Soybean-corn succession according to seeding date. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 1, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2018000100003>. Acesso em: 07 maio 2020.

HAIR JR, J. F. *et al.* **Multivariate Data Analysis**. 6. ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006. 816p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IAL 2005. 317p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Estações Convencionais**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>. Acesso em: 01 jan. 2020.

KUMAGAI, E.; TAKAHASHI, T. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy10010066>. Acesso em: 07 maio 2020.

LIMA, M. D. de; PELUZIO, J. M. O rendimento de óleo derivado de sementes de soja é incrementado pela adubação potássica e época de semeadura? **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, p. 2211–2221, 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/biologicas/Efeito%20da%20adubacao%20potassica.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

LIMA, M. D. de *et al.* Potassium fertilization and sowing seasons on protein yield in soybean cultivars. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 21, n. 6, p. 392–397, 2017a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p392-397>. Acesso em: 24 abr. 2020.

LIMA, A. M. N. de *et al.* Efeito do déficit hídrico e época de semeadura sobre os teores e rendimentos de óleo e proteína em cultivares de soja no Tocantins. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 116, n. 2, p. 193–199, 2017b. Disponível em: <https://revistas.unlp.edu.ar/revagro/article/view/6175>. Acesso em: 24 abr. 2020.

LOPES, J. A. M. *et al.* Teor de proteína e óleo em grãos de soja, em diferentes épocas de plantio para fins industriais. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 10, n. 3, p. 49–53, 2016. Disponível em: <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-10-2016/v-10-n-3-maio-2016/tca10308.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020.

MARTINS, C. C. *et al.* Metodologia para seleção de linhagens de soja visando germinação, vigor e emergência em campo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 3, p. 455-461, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20160055>. Acesso em: 05 maio 2020.

MASSINO, A. *et al.* Spatial and temporal plant-to-plant variability effects on soybean yield. **European Journal of Agronomy**, v. 98, p.14-24, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.02.006>. Acesso em 05 abr. 2020.

MELLO FILHO, O. L. *et al.* Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 445-450, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000500006>. Acesso em: 30 abr. 2020.

MEOTTI, G. V. *et al.* Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14-21, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000100003>. Acesso em: 30 abr. 2020.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Painel Brasileiro de Sementes do MAPA: **Controle de Produção de Sementes e Mudanças - Indicadores**. 2019. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/sigefsementes/index.htm>. Acesso em: 02 mai 2020.

MONTEIRO, F. J. F. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja para produtividade de óleo nos grãos. **Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 18, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i35.3836>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PÁDUA, G. P. *et al.* Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 3, p. 140-149, 2009b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000300016>. Acesso em: 15 abr. 2020.

PELUZIO, J. M. *et al.* Influência da dessecação química e retardamento da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 2, p. 77–82, 2008a. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6996>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PELUZIO, J. M. *et al.* Comportamento de cultivares de soja sob condições de várzea irrigada no sul do Estado do Tocantins, entressafra 2004. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 75–80, 2008b. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6734>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PELUZIO, J. M. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 427–434, 2010. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/641/461>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PEREIRA, L. A. G. *et al.* Efeito da época de semeadura sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 1, n. 3, p. 77-90, 1979.

PEREIRA, E. M. *et al.* Canonical correlations between agronomic traits and seed physiological quality in segregating soybean populations. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 16, n. 2, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029547>. Acesso em: 05 abr. 2020.

PEREIRA, D. F. *et al.* Contributing to agriculture by using soybean seed data from the tetrazolium test. **Data in Brief**, v. 23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.12.090>. Acesso em: 06 maio 2020.

PRABHAKAR, K. *et al.* Seed yield and quality of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] as influenced by cultivar and sowing date in vertisols of Andhra Pradesh during kharif season. **Legume Research**, v. 41, n. 2, p. 281-286, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18805/LR-3723>. Acesso em: 06 maio 2020.

PRADO, J. P. *et al.* Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. **Journal of Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 407-415, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n4214988>. Acesso em: 30 abr 2020.

RANGEL, M. A. S. *et al.* Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.4852>. Acesso em 30: abr. 2020.

SANTOS, E. R. dos *et al.* 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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1560>. Acesso em 20 nov. 2019.

SINCLAIR, T. R. *et al.* Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments. **Field Crops Research**, v. 92, p. 53-59, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.008>. Acesso em: 15 abr. 2020.

STLÜLP, M. *et al.* Desempenho agrônômico de três cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura em duas safras. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p.1240-1248, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542009000500006>. Acesso em: 05 maio 2020.

UMBURANAS, R. C. *et al.* Sowing Dates and Seeding Rates Affect Soybean Grain Composition. **International Journal of Plant Production**, v.12, p. 181-189, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42106-018-0018-y>. Acesso em: 30 abr. 2020.

UMBURANAS, R. C. *et al.* Soybean Yield in Different Sowing Dates and Seeding Rates in a Subtropical Environment. **International Journal of Plant Production**, v. 13, p. 117-128, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42106-019-00040-0>. Acesso em: 30 abr. 2020.

XAVIER, T. da S. *et al.* Época de colheita na qualidade de sementes de genótipos de soja. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 241-245, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v6i2.752>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ZANON, A. J. *et al.* Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v. 74, n. 4, p. 400-411, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0043>. Acesso em: 30 abr. 2020.