

## Características morfométricas e fisiológicas de sementes de trigo mourisco durante a maturação

### *Morphometric and physiological characteristics of seeds of buckwheat during maturing*

Bruna Neves Pereira da Silva<sup>1</sup>, Tathiana Elisa Masetto<sup>2</sup>, Gislaine da Silva Pereira<sup>3</sup>, Camila Benitez Vilbasanti<sup>3</sup>, Gustavo Coelho Arantes<sup>3</sup>, Luís Carlos Ferreira de Souza<sup>2</sup>

**RESUMO:** Recentemente tem aumentado o interesse por grãos sem glúten em substituição ao trigo comum para o processamento de alimentos. Os grãos de trigo mourisco ou trigo sarraceno têm aplicação agroindustrial promissora devido às recentes descobertas de sua elevada qualidade nutricional e ausência de glúten. Este estudo teve como objetivo avaliar as mudanças físicas e fisiológicas ocorridas durante o desenvolvimento de sementes do trigo mourisco coletadas após 30, 37, 44 e 52 dias da antese. A produção de sementes de trigo mourisco ocorreu em Latossolo Vermelho distroférrico, durante a safra de inverno de 2019, em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. As hastes florais foram identificadas para a coleta de sementes em quatro épocas distintas após a antese. As sementes foram avaliadas quanto ao tamanho, massa fresca e seca, teor de água, germinação, envelhecimento acelerado, emergência a campo e desempenho de plântulas. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. O teor de água das sementes aos 30 DAA é de 65,5% e reduz gradativamente até atingir 28,6% ao final da maturação, com 52 DAA. O tamanho e massa seca das sementes aumentam continuamente durante o desenvolvimento, até atingirem dimensões máximas aos 52 dias após a antese. Aos 30 dias após a antese, quando inicia o acúmulo de matéria seca, as sementes adquirem a capacidade de formar plântulas normais (58%). No entanto, após 44 dias da antese, a germinação das sementes diminui concomitante à aquisição de dormência durante a maturação.

**Palavras-chave:** Aquênios. Dormência. *Fagopyrum esculentum* Moench. Germinação. Trigo Sarraceno.

**ABSTRACT:** There has been a healthy increase of interest for gluten-less grains to replace common wheat as food. Buckwheat grains have a promising agro-industrial application due to recent research on its high nutrition quality and its lack of gluten. Current investigation evaluates the physical and physiological changes during buckwheat seed development collected after 30, 37, 44 and 52 days after florescence. The production of buckwheat seed occurred in dystrophic red latosol during the 2019 winter crop, in Dourados MS Brazil. Floral stalks were identified for seed collection in four distinct periods after florescence. Seeds were evaluated with regard to size, fresh and dry mass, water rate, germination, fast aging, field emergence and seedling performance. Totally randomized assay was conducted with four replications. Water rate of seeds at 30 days after florescence reached 65.5% and reduced gradually to 28.6% at the end of maturation, with 52 days after florescence. Size and dry mass of seeds increased continually during development till maximum size at 52 days after florescence. On the 30<sup>th</sup> day after florescence when dry matter started to accumulate, the seeds had a capacity of forming normal seedlings (58%). However, after 44 days after florescence, seed germination decreased concomitantly to the acquisition of dormancy during maturation.

**Keywords:** Aquenes. Dormancy. *Fagopyrum esculentum* Moench. Germination. Buckwheat.

---

**Autor correspondente:**Tathiana Masetto: [tathianamasetto@ufgd.edu.br](mailto:tathianamasetto@ufgd.edu.br)

Recebido em: 08/07/2020

Aceito em: 11/10/2020

---

## INTRODUÇÃO

O trigo mourisco ou sarraceno (*Fagopyrum esculentum* Moench - Polygonaceae) é uma dicotiledônea de ciclo curto (80 a 90 dias) e uma das culturas mais domesticadas na Ásia entre os séculos XVII e XIX, até ser substituído pelo trigo comum no século XX (CAWOY *et al.*, 2009).

<sup>1</sup> Mestre em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados (MS), Brasil.

<sup>2</sup> Docentes do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAGRO), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados (MS), Brasil.

<sup>3</sup> Graduandos em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados (MS), Brasil.

Embora não seja considerado um cereal, o trigo mourisco é cultivado como tal, devido à similaridade com outros cereais no processamento dos grãos, os quais apresentam alto valor nutricional devido à composição balanceada dos aminoácidos lisina e arginina, além de proteínas e minerais de alto valor biológico (WIJNGAARD; ARENDT, 2006; UNAL *et al.*, 2017). O crescente número de patologias relacionadas ao complexo proteico do glúten presente nos grãos de trigo comum utilizados na elaboração de alimentos tem estimulado a investigação científica na busca por culturas alternativas que proporcionem mais segurança à agroindustrialização.

Além de fornecer alimentos livres de glúten, no genoma do trigo mourisco há uma série de mecanismos de adaptação ao estresse hídrico que tem despertado o interesse pela cultura em áreas suscetíveis à seca (WU *et al.*, 2019). No entanto, o florescimento das plantas é profuso e longo, devido à produção de estruturas reprodutivas de forma indeterminada, o que dificulta a determinação do momento exato da colheita (QUINET *et al.*, 2004).

Há ainda relatos de que as sementes maduras apresentam dormência (HORBOWICZ; OBENDORF, 2005; HARA *et al.*, 2008), porém não há informações sobre qual seja o momento do desenvolvimento que as sementes adquirem essa característica. De acordo com Unal *et al.* (2017), o problema mais sério na produção de sementes de trigo mourisco é determinado pelo ataque de aves na pré-colheita, quando a cultura é deixada no campo para que as sementes atinjam teor de água seguro para a realização da colheita e do beneficiamento. Além disso, a permanência prolongada das sementes na planta-mãe pode acelerar o processo de deterioração que ocorre após a maturidade fisiológica, além de comprometer a longevidade das sementes durante o armazenamento (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2015; SANO *et al.*, 2016; LEPRINCE *et al.*, 2017).

Assim, informações sobre as propriedades físicas e fisiológicas das sementes que auxiliem na identificação do momento mais adequado para a colheita podem minimizar os problemas de perda de qualidade das sementes e com predadores que reduzem o rendimento da cultura. No entanto, a tecnologia de produção de sementes de trigo mourisco ainda é incipiente nas regiões tropicais, porém necessária para a produção agrícola ser rentável e sustentável.

A hipótese deste trabalho é que as sementes de trigo mourisco apresentam mudanças físicas e fisiológicas durante o desenvolvimento. Este estudo teve como objetivo avaliar as mudanças físicas e fisiológicas ocorridas durante o desenvolvimento de sementes do trigo mourisco coletadas em quatro épocas distintas após a antese. Esse dado contribuirá para determinar o momento mais adequado de realização da colheita para obtenção de sementes com máxima qualidade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A produção de sementes de *Fagopyrum esculentum* ocorreu na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias (coordenadas 22°14'S e 54°59'W, 434 m) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul. A semeadura ocorreu no dia 14 de abril de 2019 em uma área com 15 m de largura e 50 m de comprimento em Latossolo Vermelho Distroférico e foram aplicados todos os tratamentos culturais necessários à cultura.

Para determinar as características de interesse, as inflorescências compreendidas entre o 3º ao 5º nó da base em direção ao topo das hastes principais das plantas (QUINET *et al.*, 2004) e contidas em cinco metros

das cinco linhas centrais foram marcadas após 45 dias da semeadura. As plantas foram monitoradas diariamente para verificar a ocorrência de sementes em formação; assim as coletas de frutos-sementes (aquênios) foram realizadas manualmente aos 30, 37, 44 e 52 dias após a antese (DDA), totalizando quatro lotes. Após cada etapa de colheita, as sementes foram colocadas no interior de sacos de papel e levadas ao Laboratório de Tecnologia de Sementes da UFGD, onde foram beneficiadas manualmente.

As características biométricas das sementes em cada estágio de desenvolvimento foram determinadas em quatro repetições com 25 sementes por meio do tamanho das sementes, com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm). Como comprimento foi considerada a região compreendida entre a porção basal e a apical da semente e a largura e espessura foram determinadas na parte intermediária da semente. A massa individual das sementes foi determinada em balança de precisão (0,0001 g) e o teor de água das sementes foi determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C durante 24 h (BRASIL, 2009).

Para determinar em qual período do desenvolvimento as sementes adquirem a capacidade de germinar, foi instalado o teste de germinação em rolo de papel umedecido com água destilada ao equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco a 25 °C e luz branca constante. Foram utilizadas quatro repetições com 50 sementes cada e aos quatro e 10 dias foram determinadas a primeira e a última contagem de germinação, respectivamente, de acordo com a formação de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O número de sementes que apresentaram protrusão radicular acima de dois milímetros foi registrado diariamente para o cálculo do índice de velocidade de protrusão radicular (Maguire, 1962) e ao final de 10 dias foi determinada a porcentagem de protrusão radicular. A formação de plântulas normais (BRASIL, 2009) também foi registrada diariamente para o cálculo do índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962). Ao final do teste, as sementes que não germinaram e não se apresentaram amolecidas ou atacadas por micro-organismos foram imersas na solução de tetrazólio (0,5%/4 h); as sementes que apresentaram coloração carmim foram consideradas dormentes.

Para avaliar se possíveis manifestações ocorrem com outros atributos do potencial fisiológico de sementes, como a capacidade de sobreviver às condições adversas, as sementes coletadas em cada época foram submetidas aos testes de envelhecimento acelerado, emergência a campo e desempenho de plântulas. Para o teste de envelhecimento acelerado, foram utilizadas quatro repetições com 50 sementes dispostas em caixas gerbox com 40 mL de água destilada no fundo e incubadas a 41 °C durante 72 horas (MARCOS FILHO, 1999). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e avaliadas aos quatro dias quanto à porcentagem de plântulas normais.

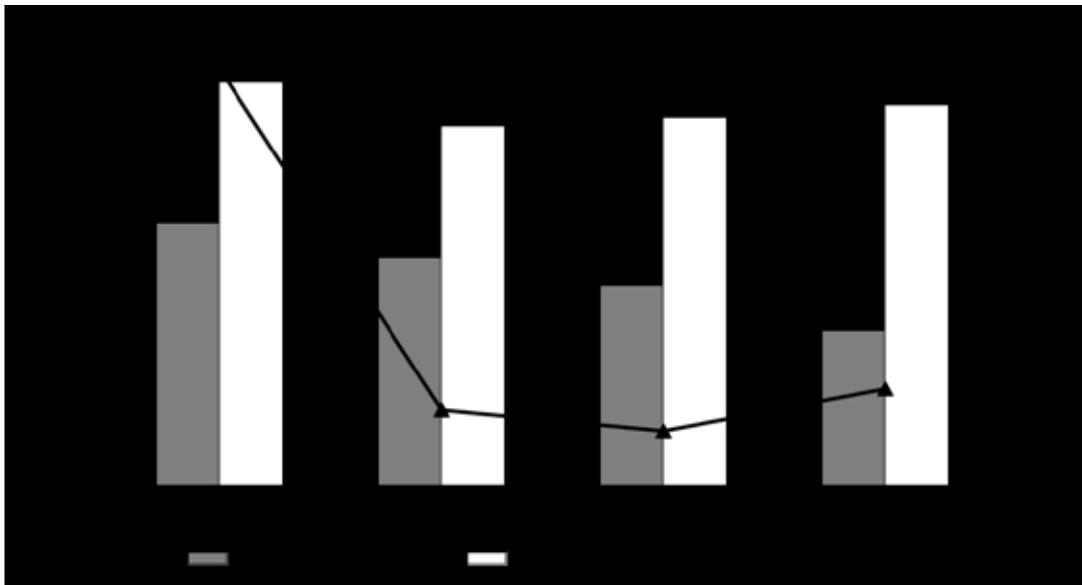
O teste de emergência a campo foi realizado em casa de vegetação com a semeadura de cinco sementes em vasos preenchidos com Latossolo Vermelho distroférico. As plântulas emergidas foram contadas diariamente para o cálculo do índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962) e o percentual de emergência foi registrado aos 15 dias após a semeadura. Os testes foram conduzidos com quatro repetições.

Para a avaliação de desempenho de plântulas foram utilizadas quatro repetições de 20 sementes posicionadas no terço superior do papel germitest (NAKAGAWA, 1999) e mantidos em B.O.D. a 25 °C e luz branca. A parte aérea e raiz das plântulas normais resultantes foram seccionadas, colocadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação de ar regulada a 40 °C, durante 48 horas. Após este período retirou-se as amostras da estufa e efetuaram-se as pesagens para determinação da massa seca da parte aérea e da raiz e os resultados foram expressos em gramas (NAKAGAWA, 1999).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para cada época de desenvolvimento, uma análise descritiva dos dados morfométricos foi realizada com coeficiente de variação e desvio padrão. Os resultados de atributos fisiológicos das sementes foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade das variâncias. Em seguida, foram submetidos à análise de variância e comparados pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os registros de temperatura e precipitação durante a produção das sementes foram obtidos a partir da estação climatológica da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias e encontram-se na Figura 1. De acordo com Cawoy *et al.* (2009) a faixa de temperatura ótima para o crescimento das plantas é entre 18 a 23 °C.



**Figura 1.** Precipitação, temperatura máxima e mínima durante o desenvolvimento de sementes de trigo mourisco, 2019, em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Fonte: Estação de Agrometeorologia da Fazenda Experimental de Ciências Agrárias.

O teor de água inicial das sementes (aquênios) foi de 65,5% e rapidamente reduziu durante os estágios iniciais da maturação, até atingir 28,6% ao final do ciclo da cultura, compreendido em 97 dias (Tabela 1). A partir de 37 dias após a antese (DAA), a massa fresca das sementes apresentou pequena redução até o final da maturação, concomitante à redução do teor de água (Tabela 1). Nessa fase, o principal processo do metabolismo é o acúmulo de nutrientes e a histodiferenciação (YU; CHEN, 2012). Todavia, a biomassa das sementes foi mínima no início (30 DAA) e aumentou ao longo do desenvolvimento, atingindo o valor máximo aos 52 DAA (Tabela 1), indicando que durante o período de 22 dias ocorre o acúmulo de biomassa. Ao final de 52 DAA, as sementes apresentaram dimensões semelhantes entre si, obtendo-se em média 5,4 mm de comprimento, 4,6 mm de largura, 4,07 mm de espessura e pesaram 0,0325 g (Tabela 1), indicando que estavam morfologicamente maduras.

Em geral, as sementes apresentam coloração inicial verde e adquirem cor marrom escuro ao final da maturação; são largas na base e triangulares em quase toda a seção transversal. Esses resultados estão de

acordo com Cawoy *et al.* (2009) que relataram que os aquênios de trigo mourisco maduros são triangulares e apresentam em média 5 mm de comprimento.

Vale destacar que o período de floração do trigo mourisco é longo e há a coexistência de flores em antese e sementes em formação na mesma planta, embora ocorra a paralisação do crescimento das plantas quando inicia o florescimento. De acordo com Quinet *et al.* (2004), o processo de florescimento no trigo mourisco é controlado geneticamente e sofre influência das condições ambientais, como a duração do fotoperíodo. Os resultados apresentados no presente estudo são os primeiros relatos do desenvolvimento de sementes de trigo mourisco em condições tropicais.

**Tabela 1.** Caracterização morfométrica de sementes de *Fagopyrum esculentum* durante o desenvolvimento na safra de inverno do ano de 2019. Dourados (MS)

	Dias após a antese (DAA)				
	30	37	44	52	
Teor de água (%)	65,5	59,4	48,7	28,6	
Massa fresca semente <sup>-1</sup>	0,0344	0,0341	0,0332	0,0325	
Massa seca semente <sup>-1</sup>	0,0118	0,0138	0,0171	0,0232	
30 DAA					
	Mínimo	Médio	Máximo	Desvio padrão	CV (%)
Comprimento (mm)	4	5,6	7	0,80	14,35
Largura (mm)	3	3,7	6	0,72	17,69
Espessura (mm)	3,18	3,84	4,91	0,36	9,44
37 DAA					
Comprimento (mm)	4	5,6	7	0,65	11,63
Largura (mm)	3	3,9	4	0,41	11,25
Espessura (mm)	2,25	3,95	4,88	0,36	9,27
44 DAA					
Comprimento (mm)	5	5,7	7	0,62	10,90
Largura (mm)	4	4,1	6	0,56	12,23
Espessura (mm)	3,11	4,01	4,7	0,31	7,87
52 DAA					
Comprimento (mm)	5	5,4	7	0,58	10,81
Largura (mm)	3	4,6	7	0,37	9,51
Espessura (mm)	3,11	4,07	5,06	0,37	9,30

Fonte: Dados da pesquisa.

Os períodos de desenvolvimento após a antese influenciaram significativamente ( $p < 0,05$ ) o potencial fisiológico das sementes (Tabelas 2 e 3). Verificou-se que aos 30 e 37 dias após a antese (DAA), as sementes apresentaram resultados elevados de protrusão de raiz primária, germinação, primeira contagem, índice de velocidade de protrusão radicular e índice de velocidade de germinação em relação às épocas subsequentes (Tabela 2).

No entanto, aos 44 e 52 DAA foram observados os maiores resultados de sementes dormentes em relação aos períodos de desenvolvimento anteriores. Esses resultados indicam que as sementes de trigo mourisco apresentam capacidade de germinação aos 30 DAA e, após 44 DAA, as sementes formadas apresentam declínio na germinação devido à dormência. Outros autores relataram que as sementes maduras de trigo mourisco apresentam dormência (SAMIMY, 1994; HORBOWICZ; OBENDORF, 2005; HARA *et al.*, 2008). Os resultados da presente pesquisa indicam que, aos 52 DAA, o fenômeno da dormência ocorreu em 60% das sementes (Tabela 2), sugerindo que a intensificação desse fenômeno ocorre nos estádios finais de maturação das sementes.

Resultados semelhantes ao teste de germinação foram observados para a massa seca de raiz, que foram inferiores a partir de 44 DAA, enquanto a massa seca de parte aérea das sementes colhidas com 30 DAA foi superior às demais (Tabela 3). No entanto, somente a emergência e IVE das sementes colhidas aos 52 DAA foram inferiores às demais sementes coletadas nos períodos anteriores (Tabela 3). Vale ressaltar que todos os parâmetros indicaram que aos 30 DAA as sementes de trigo mourisco estão aptas a estabelecerem plântulas, no entanto, tal capacidade torna-se diminuta conforme o avanço da maturação das sementes, possivelmente devido à aquisição de dormência, conforme os resultados do teste de tetrazólio (Tabela 2).

**Tabela 2.** Protrusão radicular (PR) (%), germinação (G) (%), sementes dormentes (SD) (%), sementes mortas (SM) (%), primeira contagem (PC) (%), índice de velocidade de protrusão (IVP) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de trigo mourisco durante o desenvolvimento de sementes na safra de inverno do ano de 2019. Dourados (MS)

Dias após a antese	PR	G	SD	SM	PC	IVP	IVG
30	58 a	58 a	41 bc	1 b	53 a	13,04 a	6,89 ab
37	63 a	62 a	34 c	2 b	60 a	14,65 a	9,95 a
44	24 b	30 b	49 ab	8 a	23 b	7,39 b	3,52 b
52	36 b	36 b	60 a	4 b	29 b	2,91 c	4,27 b
CV (%)	17,25	13,27	10,78	61,96	12,24	13,37	27,32

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. (n = 4).  
Fonte: Dados da pesquisa.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as épocas de desenvolvimento das sementes para o teste de envelhecimento acelerado, cuja média de germinação foi 71%. O teste de envelhecimento acelerado tem como princípio a exposição das sementes à temperatura e umidade relativa do ar elevadas, acelerando o processo de deterioração de sementes (MARCOS FILHO, 2015). Por outro lado, o aumento da temperatura do ar a que as sementes foram expostas durante o teste pode ter favorecido a superação de dormência. Essas observações corroboram com as verificadas por Pereira *et al.* (2010), que relataram superação da dormência de sementes de uva-japão após a exposição às condições do teste.

Na fase final do ciclo da cultura, a exposição das sementes de trigo mourisco à temperatura de 40 °C promove a superação da dormência (HORBOWICZ; OBENDORF, 2005). Hara *et al.* (2020), estudando a germinação na pré-colheita em 7 cultivares e três linhagens de trigo mourisco no Japão, verificaram que os genótipos mais precoces, cuja fase de maturação de sementes ocorreu no outono, sob temperaturas mais amenas, apresentaram germinação mais elevada (25 °C, sobre papel) que os genótipos com ciclo tardio. Os

autores concluíram que é importante desenvolver um método para superar a dormência que as sementes de trigo mourisco apresentam após a colheita.

**Tabela 3.** Envelhecimento acelerado (EA) (%), emergência a campo (E) (%), índice de velocidade de emergência a campo (IVE), massa seca de parte aérea (MSPA) (g) e massa seca de raiz (MSRZ) (g) de sementes de trigo mourisco durante o desenvolvimento de sementes na safra de inverno do ano de 2019. Dourados (MS)

Dias após a antese	EA	E	IVE	MSPA	MSRZ
30	76 a	33 ab	2,75 a	0,25 a	0,03 a
37	65 a	39 a	1,64 ab	0,15 b	0,03 a
44	68 a	27 ab	1,36 ab	0,09 b	0,01 b
52	75 a	11 b	0,73 b	0,12 b	0,01 b
CV (%)	9,38	18,97	28,04	22,21	25,24

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. (n = 4).  
Fonte: Dados da pesquisa.

Ambientes desfavoráveis levam a modificações na velocidade das reações químicas causando a deterioração das sementes e estímulos ambientais recebidos pela planta-mãe influenciam a longevidade de sementes (LEPRINCE *et al.*, 2017). No entanto, adicionando outro aspecto a essa influência, a adaptação ao ambiente durante o desenvolvimento pode tornar a semente madura dormente, como estratégia para evitar a germinação na planta-mãe (FINCH-SAVAGE; BASSEL, 2016), um tipo de dormência primária não profunda (BASKIN; BASKIN, 2004). Nesse sentido, sementes de várias culturas anuais, apesar de serem adaptadas ao inverno, podem necessitar do estímulo de elevação de temperatura para a superação da dormência após a maturidade (BASKIN; BASKIN, 2004; HUANG *et al.*, 2015).

Apesar das oscilações verificadas, as sementes de trigo mourisco apresentaram o maior acúmulo de matéria seca aos 52 DAA (Tabela 1), porém, os resultados máximos de atributos de qualidade fisiológica ocorreram aos 30 DAA (Tabelas 2 e 3). Nesse sentido, há que se considerar a ocorrência de possíveis ciclos de dormência em conjunto às alterações morfológicas e fisiológicas na determinação do ponto de maturidade fisiológica das sementes. Os resultados sobre as mudanças nos atributos fisiológicos ao longo do desenvolvimento estão de acordo com Ellis *et al.* (2019), que refutam a hipótese de que a qualidade de sementes é sempre máxima na maturidade e, posteriormente, reduzida; mas de que poderia haver ciclos no potencial fisiológico das sementes durante o desenvolvimento e até mesmo na maturação.

Conforme as sementes aproximam-se da maturação fisiológica, ocorre uma diminuição gradativa da atividade do ácido giberélico e aumento dos níveis de ácido abscísico, responsável pela manifestação da dormência, caso as condições de ambiente permaneçam favoráveis à síntese desse inibidor (BASKIN; BASKIN, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004). De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, a produção de sementes ocorreu após a safra de verão, entre os meses de abril a julho, quando a temperatura média durante a fase de maturação foi de 21,2 °C (Figura 1). Possivelmente, variações na data de semeadura, que proporcionem condições climáticas diferenciadas durante a maturação, poderiam elucidar os efeitos da temperatura sobre a ocorrência de dormência no trigo mourisco, especialmente nas condições tropicais.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes maduras de trigo mourisco apresentam forma triangular, coloração marrom, teor de água de 28,6% e adquirem dimensões máximas de tamanho e peso aos 52 dias após a antese. Aos 30 dias após a antese, as sementes apresentam a capacidade de formar plântulas e sobreviver às condições ambientais e tornam-se dormentes durante a maturação.

#### REFERÊNCIAS

- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed Science Research**, v. 14, n. 1, p. 1-16, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CAWOY, V.; LEDENT, J. F.; KINET, J. M.; JACQUEMART, A. L. Floral biology of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). **The European Journal of Plant Science and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2009.
- ELLIS, R. H. Temporal patterns of seed quality development, decline, and timing of maximum quality during seed development and maturation. **Seed Science Research**, v. 29, n. 2, p. 135-142, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567-591, 2015.
- HARA, T.; TETSUKA, T.; MATSUI, K.; IKOMA, H.; SUGIMOTO, A.; SHIRATSUCHI, H. Evaluation of cultivar differences in preharvest sprouting of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). **Plant Production Science**, v. 11, n. 1, p. 82-87, 2008.
- HARA, T.; TAKESHIMA, R.; MATSUI, K. Genes with different modes of inheritance regulate seed germination in preharvest-sprouting-tolerant lines of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). **Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ**, v. 54, n. 2, p. 137-143, 2020.
- HORBOWICZ, M.; OBENDORF, R. L. Fagopyritol accumulation and germination of buckwheat seeds matured at 15, 22 and 30 °C. **Crop Science**, v. 45, n. 4, p. 1264-1270, 2005.
- HUANG, Z.; ÖLÇER-FOOTITT, H.; FOOTITT, S.; FINCH-SAVAGE, W. E. Seed dormancy is a dynamic state: variable responses to pre-and post-shedding environmental signals in seeds of contrasting *Arabidopsis* ecotypes. **Seed Science Research**, v. 25, n. 2, p. 159-169, 2015.
- LEPRINCE, O.; PELLIZZARO, A.; BERRIRI, S.; BUTINK, J. Late seed maturation: drying without dying. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 4, p. 827-841, 2017.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

- MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015.
- MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 3-24.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. p. 2-24.
- PEREIRA, G. P.; CARVALHO, R. I. N.; BIASI, L. A. Qualidade fisiológica de sementes de uva-do-japão após envelhecimento acelerado e armazenamento. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 3, p. 527-532, 2010.
- QUINET, M.; CAWOY, V.; LEFEVRE, I.; VAN MIEGROET, F.; JACQUEMART, A. L.; KINET, J. M. Inflorescence structure and control of flowering time and duration by light in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Journal of Experimental Botany*, v. 55, n. 402, p. 1509-1517, 2004.
- SAMIMY, C. **Seed dormancy in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.)**. United Kingdom: Plant Varieties and Seeds, 1994. 22p.
- SANO, N.; RAJJOU, L.; NORTH, H. M.; DEBEAUJON, I.; MARION-POLL, A.; SEO, M. Staying alive: molecular aspects of seed longevity. *Plant and Cell Physiology*, v. 57, n. 4, p. 660-674, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- UNAL, H.; IZLI, G.; IZLI, N.; ASIK, B. B. Comparison of some physical and chemical characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) grains. *CyTA - Journal of Food*, v. 15, n. 2, p. 257-265, 2017.
- WIJNGAARD, H.; ARENDT, E. K.; BUCKWHEAT. *Cereal Chemistry*, v. 83, n. 4, p. 391-401, 2006.
- WU, Q.; ZHAO, G.; BAI, X.; ZHAO, W.; XIANG, D.; WAN, Y.; XIAOYONG, W.; YANXIA, S.; MAOLING, T.; LIANXIN, P.; ZHAO, J. Characterization of the transcriptional profiles in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) under PEG-mediated drought stress. *Electronic Journal of Biotechnology*, v. 39, p. 42-51, 2019.
- YU, F.; CHEN, S. Morphological and biochemical changes of *Aesculus chinensis* seeds in the process of maturation. *New Forests*, v. 43, n. 4, p. 429-440, 2012.